

T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KULAK BURUN BOĞAZ ANA BİLİM DALI
ODYOLOJİ BİLİM DALI

**KOKLEAR İMPLANTLI HASTALARDA ELEKTRİK STAPES
REFLEKS TESTİ VE NRT TESTİNİN T SEVİYESİ
AÇISINDAN STANDARDİZASYONU**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Atılım ATILGAN

Tez Danışmanı
Prof. Dr. Yıldırım Ahmet BAYAZIT

ANKARA
HAZİRAN 2008

T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KULAK BURUN BOĞAZ ANA BİLİM DALI
ODYOLOJİ BİLİM DALI

**KOKLEAR İMPLANTLI HASTALARDA ELEKTRİK STAPES
REFLEKS TESTİ VE NRT TESTİNİN T SEVİYESİ
AÇISINDAN STANDARDİZASYONU**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Atılım ATILGAN

Tez Danışmanı
Prof. Dr. Yıldırım Ahmet BAYAZIT

ANKARA
05.06.2008

**T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
Sağlık Bilimleri Enstitüsü**

**Kulak Burun Boğaz Ana Bilim Dalı Odyoloji Bilim Dalı
Odyoloji Konuşma ve Ses Bozuklukları Yüksek Lisans Programı
çerçevesinde yürütölmüş olan bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından
Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.**

Tez Savunma Tarihi: 05/ 06 2008


**Prof. Dr. Nebil Göksu
Gazi Üniversitesi
Jüri Başkanı**


**Prof. Dr. Erol Belgin
Hacettepe Üniversitesi
Üye**


**Prof. Dr. Yıldırım Bayazıt
Gazi Üniversitesi
Üye**

İÇİNDEKİLER

Sayfa No:

Kabul ve Onay	i
İçindekiler	ii
Kısaltmalar.....	iv
Semboller.....	v
Resimler, Şekiller, Grafikler	vi
Tablolar	vi
Teşekkür	viii

1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Koklear İmplant ve Bileşenleri.....	3
2.2. Koklear İmplantın Programlanması	4
2.2.1. Kullanılan Uyaran Parametreleri.....	4
2.2.2. Konuşma Kodlama Stratejileri	6
2.2.3. Subjektif Duyma Seviyelerinin Tespiti.....	7
2.3. Objektif Testler	8
2.3.1. Elektriksel Uyarımlı Bileşik Aksiyon Potansiyeli (EBAP)	9
2.3.1.1. Telemetri, NRT Testi ve Çıkartma Yöntemi	10
2.3.1.2. EBAP'nin Bileşenleri	11
2.3.1.3. EBAP Tekrar Edilebilirliği	12
2.3.1.4. EBAP Ölçümünde Kullanılan Parametreler ve NRT Eşiğine Etkisi	13
2.3.2. Akustik Stapes Refleksi ve Refleks Arkı	16
2.3.3. Elektrik Uyarımlı Stapes Refleks Testi (ESRT).....	17
2.3.3.1. ESRT Ölçümünde Kullanılan Parametreler	17
2.3.4. Programlama Seviyeleriyle Objektif Testler Arasındaki İlişki	18
3. GEREÇ ve YÖNTEM	21
3.1.Örneklem.....	21
3.2. Araştırmada Kullanılan Testler.....	24
3.2.1. İmpedans Telemetri Testi	24
3.2.2. En Az Duyma Seviyesinin Tespit Edilmesi (T- Seviyesi)	25
3.2.3. Timpanometri Testi	26
3.2.4. Elektrik Uyarımlı Stapes Refleks Eşiğinin Tespit Edilmesi	26
3.2.5. NRT Eşiğinin Tespit Edilmesi.....	27

3.3. Enstrümantasyon	27
3.4. Araştırmada Kullanılan İstatistiksel Yöntemler	29
3.5. Etik Kurul Onayı	29
4. BULGULAR	30
5. TARTIŞMA.....	45
6. SONUÇ	50
7. ÖZET	52
8. SUMMARY.....	53
9. KAYNAKLAR	54
10. EKLER	61
11. ÖZGEÇMİŞ	68

KISALTMALAR

ACE	: Advanced Combination Encoder
BP	: Bipolar
CG	: Common Ground (Elektrot Dizini)
C Seviyesi	: Rahat Duyma Seviyesi (Comfortable Loudness Level)
CIS	: Continuous Interleaved Sampling
CL	: Current Level (Akım seviyesi)
EABR	: Electrically Evoked Auditory Brainstem Response (Elektriksel Uyarımlı İşitsel Beyin Sapı Cevabı)
ECR	: Electrically Evoked Cortical Response (Elektriksel Uyarımlı Kortikal Cevap)
ECAP	: Electrically Evoked Compound Action Potential (Elektriksel Uyarımlı Bileşik Aksiyon Potansiyeli)
EBAP	: Elektrik Uyarımlı Bileşik Aksiyon Potansiyeli
EMLR	: Electrically Evoked Middle Latency Response (Elektriksel Uyarımlı Orta Latans Cevabı)
ESRT	: Elektrik Uyarımlı Stapes Refleks Testi
ESRe	: Elektrik Uyarımlı Stapes Refleks Eşiği
MP1	: Monopolar 1. elektrot (yuvarlak elektrot)
MP2	: Monopolar 2. elektrot (yassı elektrot)
MSOC	: Medial Superior Olivary Complex
N1	: Negatif Tepe

P1	: Pozitif Tepe
NRT	: Neural Response Telemetry (Nöral Cevap Telemetrisi)
PW	: Pulse Width (Akım Genişliği)
SPEAK	: Spectral Peak Strategy
T Seviyesi	: Eşik Seviyesi (Threshold Level)
t-NRT	: NRT threshold (NRT eşiği)
VCN	: Ventral Cochlear Nucleus

SEMBOLLER

msn	: Milisaniye
μA	: Mikroamper
μs	: Mikrosaniye
μV	: Mikrovolt
Hz	: Hertz
dB	: Decibell
kΩ	: Kilo ohm

RESİMLER

Resim 1: Koklear İmplant Sisteminin Bileşenleri	4
Resim 2: Araştırmada kullanılan Akustik İmmittansmetre	28
Resim 3: Araştırmada kullanılan arabirim ve kablolar	29

ŞEKİLLER

Şekil 1: Bifazik (iki fazlı) akım	4
Şekil 2: Kullanılan Uyarın Modları	5
Şekil 3: Elektriksel Uyarımlı İşitsel Potansiyeller	8
Şekil 4: Çıkartma Yöntemi	10
Şekil 5: EBAP'dalga formu	11
Şekil 6: NRT test parametreleri	12
Şekil 7: Akustik Refleks Arkı	16

GRAFİKLER

1: Freedom model koklear implantta ESRe, t-NRT ve T seviyesi ortalamaları	34
2: 24Contour model koklear implantta ESRe, t-NRT ve T seviyesi ortalamaları	34
3: 24M model koklear implantta ESRe, t-NRT ve T seviyesi ortalamaları	35

TABLolar

Tablo 1: NRT testinde kullanılan uyarın ve kayıt parametreleri	13
Tablo 2: ESRT test parametreleri	17
Tablo 3: Karşılaştırmalarda kullanılan parametreler	20
Tablo 4: NRT'nin T/C seviyesiyle karşılaştırılmasında kullanılan parametreler	20
Tablo 5: Deneklerin Cinsiyetlerinin Gruplara Göre Dağılımı	21
Tablo 6: Deneklerin Yaşlarının Gruplara Göre Dağılımı	22
Tablo 7: Deneklerin Dil (Lisan) Edinimlerinin Gruplara Göre Dağılımı	22
Tablo 8: Deneklerin Etiyolojik Özelliklerinin Gruplara Göre Dağılımı	22
Tablo 9: Deneklerin Timpanometrik Bulgularının Gruplara Göre Dağılımı	23
Tablo 10: Araştırma grupları	23
Tablo 11: Araştırmaya dahil olma, araştırmadan çıkarılma ölçütleri	24
Tablo 12: Araştırmada etkisi incelenen değişkenler	24
Tablo 13: Araştırmada T seviyesinin test edilmesinde kullanılan parametreler	25
Tablo 14: Araştırmada ESRT testinde kullanılan parametreler	26
Tablo 15: Araştırmada NRT testinde kullanılan parametreler	27
Tablo 16: Araştırmada kullanılan enstrümanlar	28

Tablo 17: Araştırmada ESR ve NRT elde edilme oranı (Freedom, 24C)	30
Tablo 18: Araştırmada ESR ve NRT görülme sıklığı (24M).....	31
Tablo 19: T, ESRT, t-NRT ortalama ve standart sapma değerleri.....	32
Tablo 20: 24M modelde ESRT, t-NRT ortalama ve standart sapma değerleri.....	33
Tablo 21: Freedom’da T seviyesi ile t-NRT - ESRT arasındaki istatistiksel ilişki	36
Tablo 22: Freedom modelde t-NRT ve ESRT arasındaki istatistiksel ilişki	37
Tablo 23: 24 C’de T seviyesi ile t-NRT ve ESRT arasındaki istatistiksel ilişki	38
Tablo 24: 24 C modelde t-NRT ve ESRT arasındaki istatistiksel ilişki	39
Tablo 25: 24M’de T seviyesi ile t-NRT ve ESRT arasındaki istatistiksel ilişki	40
Tablo 26: 24M modelde t-NRT ve ESRT arasındaki istatistiksel ilişki	41
Tablo 27: NRT testinde akım genişliği farklarının gruplar arası karşılaştırması	42
Tablo 28: ESRT testinde akım genişliği farklarının gruplar arası karşılaştırması	42
Tablo 29: t-NRT değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması	43
Tablo 30: Freedom ve 24C’de ESRT değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması	44
Tablo 31: 24M’de ESRT değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması	44
Tablo 32: Freedom ve 24C’de T seviyesinin gruplar arası karşılaştırılması.....	44
Tablo 33: 24M’de T seviyesinin gruplar arası karşılaştırılması.....	45

EKLER

EK- 1: Hasta Bilgi Formu	64
EK- 2: Hasta Değerlendirme Formu	65
EK- 3: Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu	66
EK- 4: Etik Kurul Onayı	70

TEŞEKKÜR

Öğrenim dönemi boyunca destek ve yardımlarından dolayı danışmanım Sayın Prof. Dr. Yıldırım A. Beyazıt'a, Sayın Prof. Dr. Yusuf K. Kemaloğlu'na, Sayın Prof. Dr. Nebil Göksu'ya, Sayın Prof. Dr. Suat Özbilen'e, Sayın Prof. Dr. Erdoğan İnal'a, Sayın Prof. Dr. Fikret İleri'ye, Sayın Prof. Dr. İsmet Bayramoğlu'na, Sayın Prof. Dr. Ahmet Köyübaşıoğlu'na, Sayın Prof. Dr. Sabri Uslu'ya, Sayın Prof. Dr. Kemal Uygur'a, Sayın Doç. Dr. Metin Yılmaz'a, Sayın Doç. Dr. Alper Ceylan'a çok teşekkür ederim.

Eğitimim boyunca her zaman destek veren ve yardım eden Sayın Prof. Dr. Erol Belgin'e, Sayın Doç. Dr. Ahmet Ataş'a, tüm Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi KBB Anabilim Dalı ve Odyoloji Bilim Dalı öğretim üyelerine çok teşekkür ederim.

Odyoloji pratiğimde, eğitim sürecinde her türlü destek ve olanağı sağlayan Sayın Uzm. Ody. Bülent Gündüz ve Sayın Uzm. Eğt. Ody. Şenay Altınyay başta olmak üzere tüm Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi KBB Anabilim Dalı Odyoloji Bilim Dalı uzmanlarına ve çalışanlarına,

Eğitimim boyunca verdiği katkılarından dolayı Sayın Yrd. Doç. Dr. Figen Başar'a,

Yanlışlarımı görmemi sağlayan Sayın Ody. Dr. Mehmet Akşit'e sonsuz teşekkür ederim.

Yüksek lisans eğitimi boyunca maddi manevi desteğini esirgemeyen Sayın Tarık Köroğlu'na ve çalışma arkadaşlarıma çok teşekkür ederim.

Verilerin düzenlenmesi ve bilgisayara girilmesi sürecinde büyük desteğini gördüğüm yüksek lisans öğrencileri Sayın İrem Konakçı ve Sayın Melike Toros'a çok teşekkür ederim.

Beni ben yapan anneme babama, tüm aileme ve Esra Dursun'a çok teşekkür ederim.

1. GİRİŞ

Koklear implant, iç kulağa yerleştirilen, işitme siniri çekirdeklerini elektriksel olarak uyaran elektronik bir cihazdır. Normal işiten kulakta, dış kulak yolu ve orta kulaktan iç kulağa ulaşan ses, iç kulakta scala media'daki perilenf sıvısında dalgalanmaya yol açarak saçlı hücrelerin aktive olmasına sebep olur. Saçlı hücrelerinin aktivasyonu işitme siniri liflerinde nöral boşalımı başlatır. Koklear implantta ise, kokleaya yerleştirilen elektrot dizini sayesinde işitme siniri çekirdekleri doğrudan elektriksel olarak uyarılır. Uyarımın ortaya çıkardığı aksiyon potansiyel, işitme yolları boyunca ilerler. Beyin sapı ve korteksin işitsel kısımları tarafından işlenerek ses olarak algılanır. Koklear implant, bilateral ileri/çok ileri derecede koklear orijinli işitme kayıplı hastalarda uygulanmaktadır. Hasta seçimi için yaş, işitme kaybı süresi, işitme cihazı deneyimi, radyolojik ve medikal uygunluk, hasta beklentisi ve ailesel destek gibi faktörler dikkate alınır⁽¹⁾.

Ameliyattan yaklaşık 3–4 hafta sonra konuşma işlemcisi objektif ve/veya davranışsal yöntemlerle programlanır. İşlemciye kaydedilen program, sesin elektriksel uyarıma dönüştürülmesinde saniyede kaç kez işleme tabi tutulacağını, hangi elektrottan ne şiddette akım yayılacağını, hangi elektrotların kullanılacağını belirler⁽²⁾. Programlama hasta odaklıdır ve hastanın bireysel özelliklerine bağımlı olarak değişiklik gösterir.

Programlamada, hastanın elektriksel uyarımla en az duyma seviyesi, (T Seviyesi) ve rahat duyma seviyesi (C Seviyesi) belirlenmeye çalışılır. Elektriksel akım seviyesi T seviyesi ve C seviyesi arasındadır. Diğer bir ifadeyle T/C seviyesi elektriksel akımın dinamik ranjını belirler. Böylelikle elektriksel uyarım hastanın alabileceği maksimum faydaya göre ayarlanmış olur. Yapılan ayar konuşma işlemcisinin hafızasına kaydedilir.

T/ C seviyesini belirlemek için objektif ve davranışsal yöntemler birlikte uygulanır. Davranışsal yöntemde hastanın elektriksel uyarıma tepkisi gözlenir. Hasta tutarlı bir şekilde uyarıma tepki verecek bilişsel olgunluğa sahip olmalıdır. Bebeklerde ve güvenilir davranışsal yanıtların alınamadığı yetişkinlerde objektif yöntem büyük önem taşımaktadır. Objektif yöntemde, elektriksel uyarımı kaydeden elektro fizyolojik test bataryaları kullanılır.

En yaygın kullanılan objektif yöntem Elektriksel Bileşik Aksiyon Potansiyelidir (EBAP). İşitme siniri spiral gangliyon hücrelerinin senkronize aktivitesi sonucu 0,2 msn- 0,8 msn arasında kaydedilir ^(3, 4, 5). Nucleus implant sisteminde NRT (Neural Response Telemetry) testi aracılığıyla EBAP elde edilmektedir.

Stapes refleksi yüksek sese karşı işitme sisteminin musculus stapedius kası aracılığıyla iç kulağı korumasıdır. Elektrik uyarımlı stapes refleksi (ESR), koklear implant ameliyatı sırasında görsel olarak izlenebileceği gibi ameliyat sonrasında akustik immitansmetre sistemiyle karşı kulaktan (kontra lateral) kayıt alınarak da izlenebilir.

Objektif testler özellikle davranışsal yanıtların alınamadığı durumlarda odyologa yol gösterdiği için önem kazanmaktadır. Bu araştırmanın temel amacı objektif testlerin klinik kullanımındaki standardizasyonunu sağlamaktır. Bu amaca ulaşmak için araştırmada şu sorulara cevap aranmıştır:

- 1) T seviyesi ile NRT ve ESRT eşiği arasındaki ilişkiyi incelemek.
 - a) Elektrotlar arasında objektif ölçümler ve T seviyesi bakımından farklılık var mıdır?
 - b) Test parametreleri (uyaran hızı, akım genişliği) bu ilişkiyi ne ölçüde etkilemektedir?

- 2) Nucleus marka implant modelleri (Freedom CA, 24 Contour, 24M) arasında NRT testi, ESR testi ve T seviyesi açısından farklılıkları incelemek.
- a) Üç implant modelinde objektif test eşikleri ile davranışsal eşikler arasındaki farklılıklar nelerdir?
- b) Test parametreleri (uyaran hızı, akım genişliği) bu farklılığı ne yönde etkilemektedir?

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Koklear İmplant ve Bileşenleri

Koklear implant sistemlerinin iç parça ve dış parça olmak üzere iki temel bileşeni vardır. Dış parça, gelen sesi mikrofon aracılığıyla toplar, elektriksel sinyallere çevirerek iç parçaya gönderir. Elektriksel sinyale çevrilen ses, iç kulağa yerleştirilmiş olan elektrot dizinine gönderilir ve spiral gangliyon hücreleri elektriksel olarak uyarılır. Dış parçanın bileşenleri mikrofon, ses işlemcisi, iletici bobindir. İç parçanın bileşenleri ise mastoid kemiğe yerleştirilen alıcı/şifre çözücü, musculus temporalise yerleştirilen yuvarlak elektrot (toprak elektrot) ve iç kulağa yerleştirilen elektrot dizinidir.



A) Dış Parça



B) İç Parça

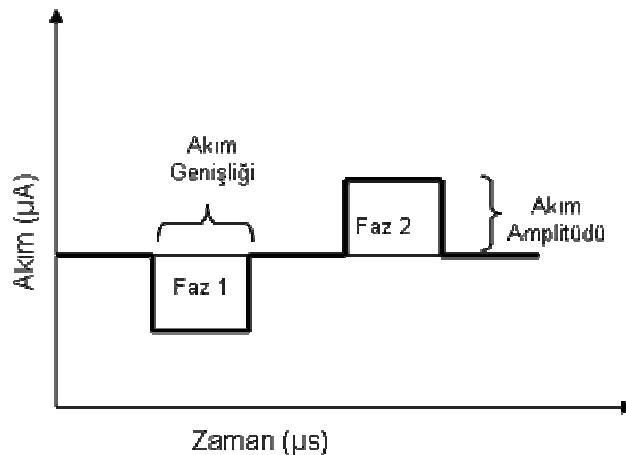
Resim 1: Koklear İmplant Sisteminin Bileşenleri (Resimde Freedom konuşma işlemcisi ve Freedom Contour Advance koklear implant gösterilmektedir)

2.2 Koklear İmplantın Programlanması

Koklear implantın programlanması kişiye göre yapılır. Kullanılan implant tipi, elektrotların çalışma durumu ve iç kulaktaki konumu, iç kulağın morfolojik yapısı, programlama için kullanılacak konuşma kodlama stratejisi ve parametre seçimini etkiler.

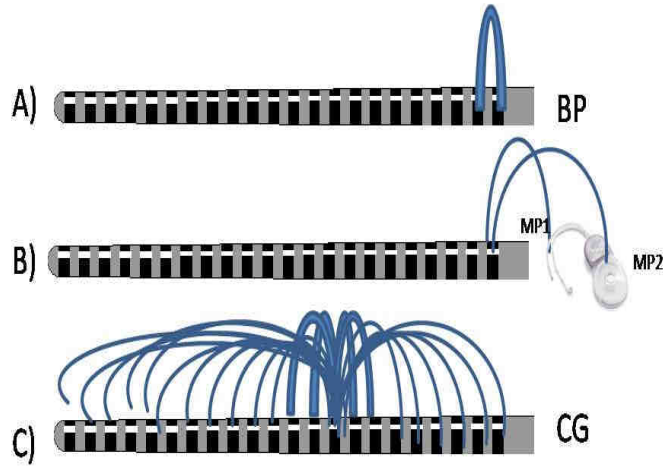
2.2.1. Kullanılan Uyarı Parametreleri

Koklear implantla elektriksel uyarım için bifazik (iki fazlı) akım kullanılmaktadır^(6, 7). Uyarı seviyesi akım genişliği ve akım yüksekliğinin toplamından oluşur (şekil 1). Uyarı seviyesi yükseldikçe daha çok spiral ganglion hücresi aktive olmaktadır.



Şekil 1: Bifazik (iki fazlı) akım

Spiral ganglion hücrelerinin elektriksel uyarımı için elektrik akımı, bir aktif bir referans elektrottan geçmek zorundadır. Akımın geçişi üç farklı uyarın modu ile mümkün olabilmektedir. Uyarın modu, iç kulaktaki her bir elektrodun dinamik ranjını ve hastanın davranışsal duyma seviyelerini etkiler^(8, 7). Uyarın modları şekil- 2’de görölmektedir.



Şekil 2: Kullanılan Uyarın Modları A) Bipolar uyarın modu, B) Monopolar Uyarın Modu (MP1: Yuvarlak elektrot referans elektrottur. MP2: Yassı elektrot referans elektrottur.), C) Common Ground Uyarın Modu

Bipolar uyarımda iç kulakta bulunan elektrotlardan biri aktif, diğeri referans elektrot olarak kullanılmaktadır. Monopolar uyarım için aktif elektrot iç kulaktaki elektrotlardan biridir. Referans elektrot mastoid kemiğeyerleştirilen yassı elektrot (MP2) ya da musculus temporalis’e yerleştirilen yuvarlak elektrot (MP1) olabilir. Ayrıca referans elektrot olarak her ikisi birden de seçilebilir. (MP1+2) Uyarın modlarından bir diğeri common ground uyarımdır. Bu uyarım şeklinde ise iç kulaktaki elektrotlardan birisi aktif elektrot olarak belirlenirken, iç kulaktaki diğertüm elektrotlar referans olur.

Programlama ile elektriksel akımın uyarın modu, bifazik uyarının şiddeti, uyarın hızı, kullanılacak elektrot sayısı (maxima) belirlenir.

Kodlama stratejileri, elektrik uyarıların hangi düzenle hareket ettirileceğinin ve sese dönüştürüleceğinin kurallarını belirler^(9, 10).

2.2.2. Konuşma Kodlama Stratejileri

Konuşma kodlama stratejisi, koklear implant sisteminin sesi elektriksel uyarıma dönüştürme yoludur. Konuşmayı doğru olarak betimlemesi için akustik bilginin frekans, amplitüt ve zamansal özelliklerini içermelidir. Frekans bilgisi uyarım bölgesi tarafından iletilir. Uyarının akım genişliği ve akım yüksekliğinin toplamı konuşmanın şiddeti hakkında bilgi verir. Zamansal ipuçları ise uyarım hızı ve elektrotların uyarım sırası ile belirlenir⁽⁷⁾. Konuşma kodlama stratejilerinde konuşmanın algılanması için gerekli temel karakteristikleri bozmadan, mümkün olan en iyi kodlamayı gerçekleştirmek amaçlanır. Çok elektrotlu implant sistemlerinde ses belirli frekans ranjında frekans bantlarına bölünerek kodlanır. Nucleus Koklear implant sisteminde frekans aralığı 100–6000 Hz'dir. Konuşma kodlama stratejileri, kullanılan uyarım hızları, elektrot sayıları, uyarımın sırası açısından farklılık göstermektedir. Stratejiler, uyarım zamanı açısından eş zamanlı olan ve eş zamanlı olmayan olarak ikiye ayrılır. Eş zamanlı stratejilerde işitsel bilgi tüm elektrotlar üzerinden aynı anda gönderilir. Bu tarz stratejilerde uyarımın kanal etkileşimine yol açtığı, cihazdan alınan verimi düşürdüğünü bildiren çalışmalar mevcuttur^(9, 10). Eş zamanlı olmayan stratejilerde ise ses belirli elektrotlar üzerinden ve belirli sırada gönderilir. Nucleus implant sisteminde kullanılan konuşma kodlama stratejileri şöyledir;

- a. **SPEAK:** (Spectral Peak Strategy) Akustik bilgi 250 Hz- 10 kHz arasında 20 frekans bandına bölünür. Spektral analize bağlı olarak en yüksek enerjiye sahip 6- 8 elektrot (maxima) elektriksel uyarım için kullanılır. Uyarım hızı sabittir (250 Hz).

- b. **CIS:** (Continuous Interleaved Sampling) Gelen akustik bilginin bütün temporal özellikleri kullanılır. Uyarım hızı CIS stratejisinde önemli bir değişkendir. Yüksek uyarım hızında düşük uyarım hızına göre daha iyi konuşmayı anlama skorları elde edilmiştir. Eş zamanlı olmayan uyarım, sabit olarak önceden belirlenmiş 6 ve daha fazla elektrot üzerinden gerçekleştirilir.
- c. **ACE:** (Advanced Combination Encoder) Spektral ve temporal ipuçları birlikte işlenmektedir. Akustik bilgi 22 filtre bandına ayrılır ve en yüksek enerjiye sahip 8- 12 bölgesi seçilir. Çalışma prensibi açısından SPEAK stratejisine benzemektedir. Farklı olarak yüksek uyarım hızı (her kanal için 250- 3500 Hz arasında) kullanılmaktadır.

2.2.3. Subjektif Duyma Seviyelerinin Tespiti

Subjektif duyma seviyeleri en az duyma seviyesi/ T Seviyesi ve rahat duyma/ C seviyesidir. Yetişkinlerde genellikle sözel geribildirimlerden yararlanılır. Rahat duyma seviyesinin tespiti ve rahatsız olma seviyeleri için ayrıca ölçeklendirilmiş şiddet algısı skalaları kullanılabilir. Çocuklarda davranışsal duyma seviyelerinin tespiti için kullanılan yöntemler, hastanın yaşı, dinleme deneyimi ve bilişsel yeteneklerine göre farklılık gösterir. Elektriksel uyarıma davranımda bulunması için çocuğun sese şartlanması gerekebilir. Bunun için görsel pekiştireç veya oyun odyometresi kullanılabilir.

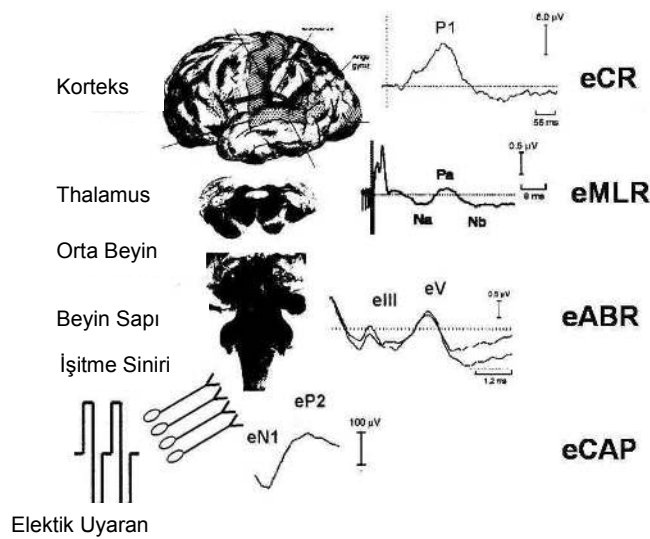
2.3 Objektif Testler

Özellikle davranışsal yanıtların alınamadığı bebek ve çocuklarda, çoklu özürlü olanlarda subjektif duyma seviyeleri objektif yöntemle tahmin edilir.

Elektro-fizyolojik testlerde en yaygın kullanılan iki yöntem şunlardır:

- 1- Stapes refleksi kaydı
- 2- İşitsel potansiyellerin kaydı

İlk yöntemde işitme sinirinin elektriksel uyarımına karşı oluşan stapes refleksi işitme sinirinin fonksiyonelliği hakkında bilgi vermektedir. İkinci yöntem, işitsel sistemdeki önemli bölgelerin ayrı ayrı incelenmesine olanak verir. Elektriksel uyarılmış potansiyellerle koklear implant kullanıcısının işitsel aktivasyonun normal işitmesi olanlardan farkı araştırma konusu olmuştur^(11, 12). Koklear implantın fonksiyonelliği, koklear implant kullanımının hastanın işitme sistemine etkisi de incelenebilmektedir^(13, 14). Elektriksel Uyarılmış İşitsel Beyinsapı Cevabı (eABR) işitme sinirinin beyin sapına kadar olan senkronize aktivitesidir. Elektriksel Uyarılmış Orta Latans Cevabı (eMLR) 10- 60 msn arasında Talamustan ve Elektriksel Uyarılmış Geç Latans Cevabı (eCR) 75- 200 msn arasında kortikal işitsel bölgelerden elde edilir⁽¹⁴⁾. Elektriksel uyarılmış erken, orta ve geç potansiyeller klinik kullanımdan çok araştırmalarda tercih edilmektedir. Uygulanma güçlükleri, zaman almaları klinikte tercih edilmemelerine sebep olmuştur.



ŞEKİL 3: Elektriksel Uyarılmış İşitsel Potansiyeller. Santralden periferik doğru; ECR: Elektrically Cortical Response, Elektriksel Uyarılmış Kortikal Cevap, EMLR: Elektrically Middle Latency Response, Elektriksel Uyarılmış Orta Latans Cevabı, ECAP: Elektrically Compound Action Potential, Elektrik Uyarılmış Bileşik Aksiyon Potansiyeli

Klinik kullanımda elektriksel bileşik aksiyon potansiyeli kaydı (EBAP) ve Elektrik Stapes Refleks testi (ESRT) daha çok tercih edilmektedir. Hastanın cihazının programlaması sırasında bu testlerin uygulanması zaman ve uygulanabilirlik açısından avantaj sağlamaktadır.

2.3.1 Elektriksel Uyarımlı Bileşik Aksiyon Potansiyeli (EBAP)

Bileşik Aksiyon Potansiyeli (BAP) kaydı akustik ya da elektrik uyarı kullanarak elde edilebilir. BAP, belirli bir grup spiral ganglion hücrelerinin senkronize aktivitesi sonucu oluşur. Koklear implant sistemi kullanılarak elde edilen ilk kayıt hayvanlar üzerinde Abbas ve arkadaşları tarafından 1990 yılında gerçekleştirilmiştir⁽¹⁵⁾. Aynı yıl bir grup koklear implant hastası üzerinde yapılan çalışmalar EBAP ile konuşmayı fark etme skorları arasında istatistiksel ilişki olduğunu göstermiştir⁽¹⁶⁾. Sedasyona ihtiyacın olmaması, kaydın elde edilme kolaylığı ve davranışsal ölçümlerle ilişkisi araştırmacıların bu konu üzerinde yoğunlaşmalarına sebep olmuştur.

2.3.1.1. Telemetri, NRT Testi ve Çıkartma Yöntemi

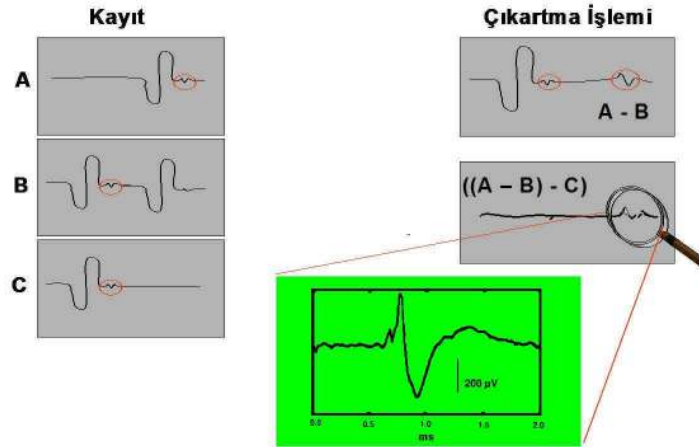
Telemetri radyo frekans kodları kullanarak programlama donanımı ile koklear implant arasındaki iki yönlü (bidirectional) bilgi alışverişidir. Telemetri yöntemi ile EBAP ölçümü yanında elektrotların impedans ve kompians seviyeleri tespit edilir. İmpedans Telemetri aktif ve referans elektrotlar arasındaki direnç farklılığıdır. Elektrotlardaki kısa devre, açık devre sorunları tespit edilir. Kompians Telemetri konuşma işlemcisi tarafından gönderilen akımın implant tarafından kabul edilme sınırıdır.

Cochlear Nucleus marka koklear implant sisteminde EBAP kaydının elde edildiği ilk yazılım 1995 yılında Zürih Üniversitesinde geliştirilmiştir⁽¹⁷⁾. EBAP kaydı, Nöral Cevap Telemetrisi (Neural Response Telemetry: NRT)

olarak adlandırılmıştır. Uyarı belirli bir elektrot üzerinden gönderilir. Uyarı elektrotunun apikale doğru 2 elektrot sonrasında telemetri sistemiyle nöral cevap kaydedilir.

Kaydedilen cevabın görsel olarak izlenebilmesi için elektriksel kirlilikten temizlenmiş olması gerekmektedir. Çünkü nöral cevapla elektriksel uyarı arasındaki süre çok kısa ve elektriksel kirlilik nöral cevaptan daha büyüktür⁽¹⁸⁾. Elektriksel kirliliği temizlemek için çıkartma yöntemi veya polarite değiştirme yöntemi kullanılır.

Çıkartma yönteminde, işitme sinirinin refraktör süresinin (refractory period) avantajlarından yararlanılır. Üç farklı kayıt kullanılarak nöral cevap elektriksel kirlilikten arındırılır⁽³⁾. Çıkartma yöntemi şekil 4'te görülmektedir.

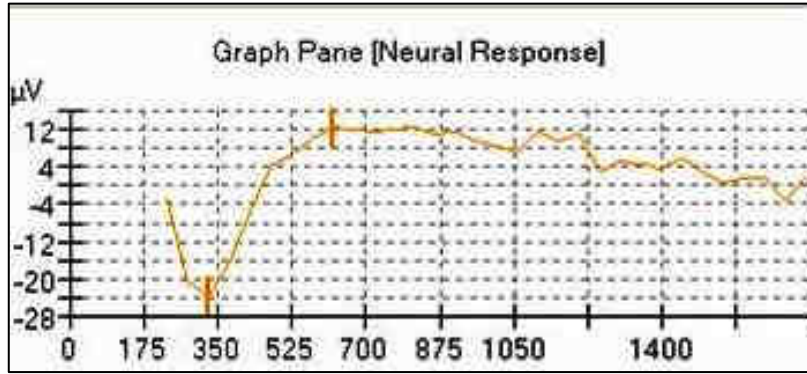


Şekil 4: Çıkartma Yöntemi. İlk kayıtta (A), sadece prob uyarı gönderilir. Prob uyarı, nöral cevabı ortaya çıkarırken elektriksel kirliliğe de neden olur. İkinci kayıtta (B), maske ve prob uyarı birlikte gönderilir. Maske, hem nöral cevaba hem de elektriksel kirliliğe neden olur. Ama prob ton, maske uyarımından sonra, refraktör süre içerisinde gönderildiğinden, sadece elektriksel kirlilik kaydedilir. Üçüncü kayıtta (C), sadece maske uyarı gönderilir. Bu kayıtta da nöral cevapla elektriksel kirlilik kaydedilir. Bu üç kayıt birbirinden çıkarıldığında (A-(B-C)), nöral cevap elektriksel kirlilikten arınmış olur.

2.3.1.2. EBAP'nin Bileşenleri

EBAP bir negatif (N1) bir pozitif (P1) tepeyle tanımlanır. Araştırmalar negatif tepenin 0,2- 0,5 msn, pozitif tepenin 0,5- 0,8 msn arasında olduğunu göstermektedir^(3, 4, 5).

Negatif tepe ve takip eden pozitif tepe arasındaki mesafe EBAP amplitütü olarak tanımlanır. Negatif tepe ile pozitif tepe arasındaki gözlemlenebilen en düşük amplitüt farkı NRT eşiği (t-NRT) olarak kabul edilmektedir (Şekil 5).



Şekil 5: EBAP dalga formu

Hall (1990), EBAP amplitüt büyüme fonksiyonunun spiral ganglion sayısı ile ilişkili olduğunu rapor etmiştir⁽¹⁹⁾. Amplitüt büyüme eğimi (Amplitude Growth Function) bir grup ölçümden elde edilen EBAP cevaplarının lineer gösterimidir. Uyarın şiddet seviyesi ile amplitüt büyüme eğimi lineer değildir. Belirli bir şiddet amplitüt artışı en yüksek değerine ulaşmakta daha yüksek şiddetlerde azalmaktadır⁽²⁰⁾. Brown ve ark. (1998), NRT eşiği, amplitüt, amplitüt- şiddet fonksiyonunun aktive edilmiş nöral popülasyon oranına bağlı olduğunu savunmuştur⁽⁵⁾. Akşit (2002), koklear implant kullanımının EBAP amplitütünü etkilediğini bulmuştur⁽²⁾. Başar (2003), NRT amplitütündeki düşüşleri hastaların kullandığı program stratejileri ile karşılaştırılmış, yüksek uyarın hızında

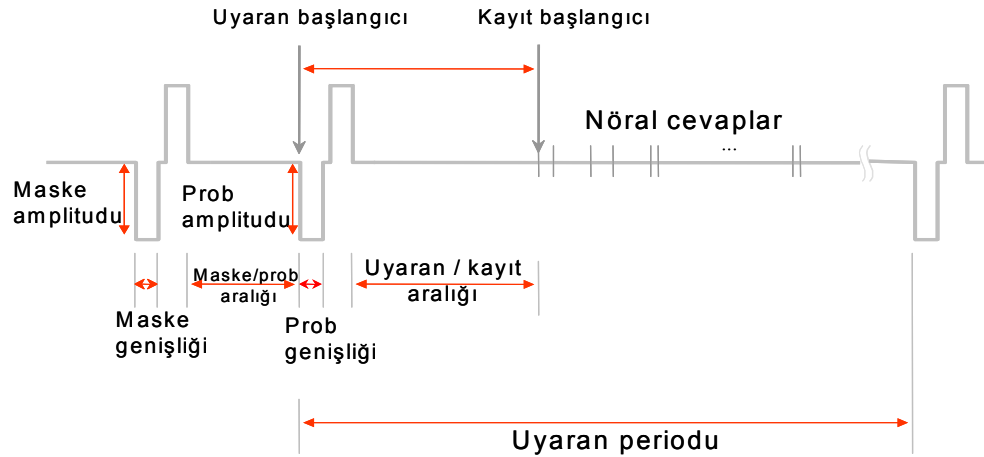
alıřan programlama stratejilerinde (ACE ve CIS) amplitüt dūřuklūđu saptanırken, dūřuk uyaran hızında çalıřan programa stratejisinde (SPEAK) amplitüt dūřuřleri frekans ortalamalarının altında kalmıřtır⁽²¹⁾.

2.3.1.3. EBAP Tekrar Edilebilirliği

Dillier ve ark. (2002), yetiřkinlerin %81.6'sından, ve test edilen elektrotların %82,5'undan EBAP elde etmiřtir⁽²²⁾. Abbas ve ark. (1999), Nucleus 24M kullanan 26 hastanın tūmūnden kayıt almıřtır⁽³⁾. Gordon ve ark. (2004) ocuklarda test edilen elektrotların %84'ūnden ve deneklerin %89'undan fazlasında EBAP kaydı almıřlardır⁽²³⁾.

2.3.1.4. EBAP Ŗlūmūnde Kullanılan Parametreler ve NRT Eřiđine Etkisi

NRT testinde kullanılan uyaran ve kayıt parametreleri, elde edilen EBAP cevabını etkiler. şekil 6'da ve Tablo-1'de kullanılan parametreler gŖrūlmektedir.



şekil 6: NRT test parametreleri.

Tablo 1: NRT testinde kullanılan uyaran ve kayıt parametreleri

Uyaran Parametreleri	Kayıt Parametreleri
1.Uyaran Elektrot	1. Kayıt Elektrodu
2. Referans Elektrot	2. Referans Elektrot
3. Prob şiddet seviyesi	3.Kayıt Gecikme Zamanı
4. Prob puls genişliği	4. Kazanç
5. Maske Şiddeti	
6. Maske Genişliği	
7. Maske Prob Aralığı	
8. Uyaran Sayısı	
9. Uyaran Sıklığı	

Uyaran Elektrodu: EBAP ortaya çıkaran uyarının gönderildiği elektrottur.

Kayıt Elektrodu: Uyaran elektrotunun ortaya çıkardığı potansiyeli telemetri sistemi ile yazılıma gönderen elektrottur. NRT testi için kayıt elektrotu, uyaran elektrodunun apikale doğru 2 elektrot sonrası olarak belirlenmiştir. Kayıt elektrotu uyaran elektrotundan uzaklaştıkça amplitüt düşmektedir. Uyaran elektrotuyla kayıt elektrotu arasındaki iki elektrotluk alan en yüksek amplitüt ölçümüyle sonuçlanmaktadır.

Akım Seviyesi (μV): eBAP amplitütü akım seviyesine bağlıdır. Akım seviyesi μV olarak ifade edilir. Cevap alınmaması durumunda akım seviyesi yükseltilir. Akım seviyesi, hastanın uyaran şiddetine dayanabilmesi ile ilişkilidir.

Akım Genişliği (Pulse Width, Pulse Duration): Akım genişliği bifazik uyaran fazının süresinin uzatılmasıdır. Akımın genişliği artırıldığında uyaran daha şiddetli algılanmakta davranışsal eşikler daha düşük

seviyelerde elde edilmektedir. NRT eşiği de akım genişliğinin arttırılmasına paralel olarak düşmektedir.

Maske Prob Aralığı (Masker advance interpulse interval): Maskenin bitimi ve prob tonun başlangıcı arasındaki zamandır. Abbas ve ark. (1999), 500 ms'n'den küçük masker advance değerinin nöral cevabı elde etmek için yeterli olduğunu belirtmiştir. Masker Advance değeri 500 ms'n'den büyük olursa işitme sinirinin refractory periodunu yakalamak zorlaşır böylelikle çıkartma yöntemi başarısız olur⁽³⁾.

Uyaran Averajlama Sayısı (Number of Averages, Sweep): Sinyal averajlamada uyaran sayısı kayıt sayısının ortalamasıdır. Bu tekniğin temeli, uyaran sayısı artırımı ile morfolojik karakteristiklerin iyileşme eğilimi olmasından kaynaklanır. Diğer uyarılmış potansiyeller gibi eBAP kaydında da averajlama sayısının artması durumunda elektriksel kirlilik miktarında düşme gözlenir. Hughes (2006), 50- 100 arası averajlama sayısının iyi NRT kaydı için gerekli olduğunu söylemektedir⁽²⁵⁾. Abbas ve ark (1999) NRT kaydı için 50- 200 arası uyaran sayısının yeterli olduğunu söylemektedir. Amplitütün düşük olması durumunda uyaran sayısı yükseltilebilir. Araştırmacılara göre 100 uyaran sayısı 60 dB kazanç, ya da 200 uyaran sayısı 40 dB kazanç iyi bir kayıt için yeterlidir⁽³⁾.

Uyaran Hızı (Rate): Saniyedeki uyaran sayısıdır. Brickley ve ark. (2000), 80 Hz. Uyaran sayısının tolere edilebilir olduğunu belirtmekle birlikte 35- 80 Hz uyaran sayısında NRT eşiği ve amplitüt açısından anlamlı farklılık olmadığını söylemektedir⁽²⁶⁾. Frank ve Norton (2001), 80 Hz- 250 Hz arasında belirgin farklılık olduğunu bulmuşlardır⁽²⁷⁾.

Kayıt Gecikme Zamanı (Recording Delay): Prob uyaran bitimi ve cevabın kayda başlama zamanı arasındaki süredir. Kayıt gecikme zamanının 35 us altında olması durumunda elektrik uyaranın başlanıcıyla

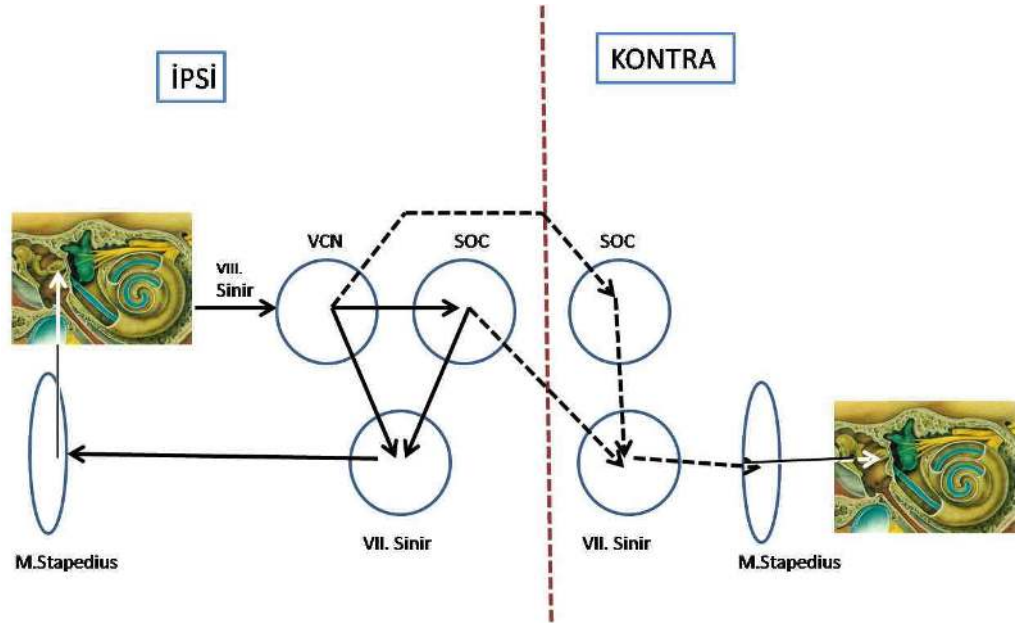
kayıt zamanı birbirine çok yakın olur. Bu durumda elektriksel kirlilik kaydedilir, cevap gözlenemez. Gecikme çok uzun tutulursa, negatif tepe çözümlenemez ve amplitüt ölçümü imkansız hale gelir. Bu durumda kayıt gecikme zamanı kısaltılmalıdır^(3, 18, 26). Dillier (2002), optimal değerin 35 μ s (microsecond) ile 100 μ s arasında olduğunu işaret etmiştir⁽¹⁸⁾.

Kazanç (Gain): NRT cevabı, elektriksel kirliliğe göre küçük olması sebebiyle, dalga formunun amplifiye edilmesi gereklidir. Sinyal amplifikasyonunun birim değeri dB dir. Kayıta saturasyon görüldüğünde, uyaran seviyesiyle birlikte kazanç düşürülebilir. Nucleus 3.1 yazılımında 40 veya 60 dB kazanç kullanılmaktadır. Custom Sound için kullanılan kazanç değerleri, 40, 50, 60, ve 70 dB'dir.

2.3.2. Stapes Refleksi ve Akustik Refleks Arkı

Kulak kemikçikleri orta kulak boşluğunda timpanik membran ile yuvarlak pencere arasında bulunur. Ligamentler ve kaslar tarafından askıda tutulur. Malleusa bağlı tensor tympani ve stapese bağlı stapes kası kasıldığında kemikçik zincirinin gerginliği artmakta, ses iletimi azalmaktadır.

Yüksek şiddetli bir akustik uyaran bir kulaktan gönderildiğinde, her iki kulakta da stapes kası kasılır. Stapes kası fasial sinirin stapedius dalı tarafından innerve edilmektedir. Uyaran, VIII. sinir aracılığıyla Ventral Cochlear Nucleus'a (VCN) gelir. Trapezoid Body aracılığıyla çaprazlaşarak ipsi lateral ve kontra lateral medial superior olivary complex'e (MSOC) ulaşır. İpsi lateral ve kontra lateral tarafta VII. Sinir motor nucleusunun stapedius dalı stapes kasının kasılmasını sağlar. Akustik Refleks Arkı şekil 7'de görülmektedir.



Şekil 7: Akustik Refleks Arkı. VCN: Ventral Cochlear Nucleus, SOC: Superior Olivary Complex

2.3.3. Elektrik Uyarımlı Stapes Refleks Testi (ESRT)

Elektrik uyarımlı stapes refleksi elde etmek mümkündür. Elektriksel uyarımlı stapes refleksi (ESR) koklear implant ameliyatı sırasında görsel olarak izlenebilir. Ameliyat sonrasında, akustik immitansmetre sistemi, programlama yazılımı ve hastaya ait implant sistemiyle ESR kaydı alınabilir. Elektriksel uyarım koklear implant sisteminin olduğu kulaktan verilmekte; kayıt, immitansmetre kullanılarak karşı kulaktan (kontra lateral) alınmaktadır. Hayvanlar üzerinde ilk çalışma ve ilk ESR kaydı 1984 yılında elde edilmiştir⁽²⁸⁾. Jerger 1986 yılında Nucleus 22 model implant kullanan hastalar üzerinde yaptığı çalışmayla, ilk kez insanlarda elektrik stapes refleksi kaydı almıştır. Parametreler ve amplitüt/ şiddet fonksiyonu açısından, akustik uyarımla elektriksel uyarımlı arasında farklılık bulmuştur⁽²⁹⁾.

Stephen ve ark. (1990), hastaların %88'inden⁽³⁰⁾, Battner ve ark. (1990), hastaların %76'sından⁽²²⁾, Hodges ve ark. (1999) yetişkinlerin %60'ından ve çocukların %78'inden⁽³¹⁾ kayıt almıştır. Gordon ve ark. (2004) çocuklar üzerinde yaptığı çalışmada deneklerin %67'sinde ve test edilen elektrotların %65'inde ESR elde etmişlerdir⁽²³⁾. Kortmann ve ark. (2005), Nucleus 24 kullanıcılarında uyaran hızının ESR üzerine etkisini incelemiştir. Araştırmada düşük hızdan yükseğe doğru 7 farklı uyaran hızında ölçüm alınmış, refleks amplitütünde ve refleks eşliğinde belirgin değişiklik gözlenmemiştir⁽³²⁾.

2.3.3.1. ESR Ölçümünde Kullanılan Parametreler

ESR elde edilmesi için orta kulakta herhangi bir patolojinin olmaması gereklidir. Orta kulak patolojisinin ekarte edilmesi için Timpanometri testi yapılır. Timpanometri ile orta kulak esnekliği, dış kulak yolundaki basınç değişikliğine bağlı olarak ölçülür. ESR kaydı için gerekli olan parametreler tablo 2'de gösterilmektedir.

Tablo 2: ESRT Test Parametreleri

Uyaran Parametreleri	Kayıt Parametreleri
1.Uyaran Elektrot	1. Kayıt Süresi
2. Referans Elektrot	2. Komplians Seviyesi
3. Uyaran Sıklığı	
4. Akım Genişliği	
5. Uyaran Süresi	

2.3.4. Programlama Seviyeleriyle Objektif Testler Arasındaki İlişki

Programlama seviyeleriyle objektif testler arasındaki ilişki koklear implant programlamada önemli bir araştırma konusudur. T-NRT'nin T/ C seviyesine göre nerede olduğu, dinamik ranjin içinde kalıp kalmadığı

araştırılmıştır. Shallop ve ark. (1999) Nucleus 24M kullanan 24 hastada NRT eşiklerini dinamik ranj içersinde bulmuştur⁽³⁴⁾. Hughes ve ark. (2000), 20 çocuktan 18'inde NRT eşiklerinin %53 oranında dinamik ranj içersinde olduğunu bulmuştur⁽³⁵⁾. Yapılan başka bir çalışmada 82 Nuc24 hastasının %70'inde NRT eşiklerinin dinamik ranj içersinde olduğunu bildirilmiştir⁽³⁶⁾. Gordon ve ark. (2004), 24M kullanıcılarında apikal, medial ve bazal elektrotların NRT eşiklerine bakmış ve sırasıyla %58, %61, %71 oranında eşikleri dinamik ranj içersinde bulmuştur⁽²³⁾. Cullington (2000), NRT ölçümü yaptığı 30 hastanın hepsinde NRT eşiklerinin T seviyesini geçtiğini; %40'ında C seviyesini geçtiğini bulmuştur⁽⁴⁾.

T/C seviyesiyle t-NRT arasındaki istatistiksel ilişki orta derecelidedir. Dees ve ark. (2005), 24M kullanan hastalar üzerinde yaptıkları çok merkezli çalışmada t-NRT ile T/C seviyesi arasındaki korelasyon katsayısını 0,44- 0,58 arasında bulmuştur⁽⁴²⁾. Cullington ve ark. post-op NRT'de intra-op NRT'ye göre davranışsal seviyelerle daha yüksek korelasyon bulmuştur. 0,673 oranında T seviyesiyle ve 0,686 oranında C seviyesiyle korelasyon vardır. İntra- op NRT ile T/C seviyesi arasındaki korelasyonlar düşüktür⁽⁴⁾. Polak ve ark. (2004), NRT eşikleriyle C seviyesi arasındaki ilişkiyi 47 yetişkin NUC24 kullanıcısı üzerinde incelemişler, orta derecede korelasyon bulmuşlardır. Polak ve ark. çalışmasına göre Nucleus 24C kullanıcılarında t-NRT, T seviyesi ve ESRT ile eşit derecede koreledir⁽²⁴⁾.

Brown ve ark. (2000), Nucleus 24 kullanıcılarında NRT testinin sonuçlarını kullanarak davranışsal eşikleri belirledikleri bir formül geliştirmiştir. NRT eşiği ve T seviyesi arasındaki fark 10. elektrotta hesaplanmış, elde edilen değer T seviyesini hesaplamak için tüm NRT eşiklerinden çıkartılmıştır. C seviyesi de aynı prensiple hesaplanmıştır. Bulunan T/C seviyeleri bütün elektrotlara uygulanmıştır. Tahmini ve ölçülen T seviyesi arasında korelasyon 0,83 bulunmuştur⁽³³⁾.

ESR ile yapılan çalışmalarda daha çok C seviyesiyle korelasyon bildirilmiştir. Hodges ve ark. (2003), postlingual hastalarda yaptıkları çalışmada Elektrik Stapes Refleks Eşiği (ESRe) ve C seviyesi arasında pozitif korelasyon bulmuştur⁽⁴¹⁾. Jerger ve ark. (1986), koklear implant kullanan hastalarda ESRe ve şiddet algı seviyesi arasındaki ilişkiyi araştıran ilk araştırmacıdır. ESRe'nin hastanın tercih ettiği dinleme seviyesinde olduğunu bildirmiştir⁽²⁹⁾. Stephen ve ark. (1988), ESRe'nin rahat dinleme ile rahatsız olma seviyesi arasında olduğunu bildirmiştir⁽³⁷⁾. Hodges ve ark. (1997), Nucleus 22 kullanıcılarında ESRe ile C seviyesi arasında yüksek korelasyon bulmuştur⁽³⁸⁾. Bresnihan ve ark. (2001), 26 koklear implant kullanıcısında ESR kullanarak C seviyesini belirlemiş, davranışsal teknikle belirlenen C seviyesinden düşük bulmuştur⁽³⁹⁾. ESR ile yapılan programın daha uzun kullanıldığını bildirmiştir.

ESRT, NRT ve programlamada kullanılan parametrelerin karıştırıcı etkisi sonuçlara etki etmektedir. ESRT, NRT ve T seviyesi, implant modeli, uyaran genişliği, uyaran sıklığı, programlama modu gibi faktörlerden etkilenir. Tablo 3 ve 4'de yayınlanmış bazı çalışmaların karıştırıcı etkisi olabileceği düşünülen parametreleri gösterilmektedir.

Tablo 3: Literatürde NRT ve ESRT testlerinin programlama seviyeleriyle karşılaştırılmasında kullanılan parametreler

Yazarlar, (Yıl)	Programlama	NRT	ESR	Model
Polak ve ark. (2004)	SPEAK (250Hz) ACE strateji (900-1200Hz), 25 µs	80 Hz. 25 µs	500 msn 80 Hz 25 µs	NuC24
Polak ve ark. (2006)	Aynı kodlama stratejisi 25 µs MP1+2	80 Hz. 25 µs	500 msn 80 Hz 25 µs	Nuc24C Nuc24S
Polak& Hodges& Balkany (2005)	SPEAK (250 Hz) MP1+2 25 µs	80 Hz. 25 µs	500 msn 25 µs	Nuc24C Nuc24S
Gordon& Papsin& Harrison (2004)	250, 720, 900 Hz	25- 50-150 µs 80 Hz.	25- 50- 150 µs 500 msn 900Hz	Nuc24M

Tablo 4: Literatürde NRT testinin programlama seviyeleriyle karşılaştırılmasında kullanılan parametreler

Yazarlar, (Yıl)	Programlama	NRT	Model
Thai- Van ve ark. (2004)	SPEAK 250 Hz, 25 µs	80 Hz. 25 µs	Nuc24M
Potts ve ark. (2007)	ACE, SPEAK 250, 900, 1200, 1800 Hz 25 µs	80 Hz. 25 µs	24C
Brown ve ark. (2000)	250 Hz, 25us	80- 35 Hz, 25 µs	Nuc24
Smootenburg (2006)	SPEAK, ACE 250, 720, 1200 Hz 25 µs	80- 250 Hz 25 µs	24M 24C 24R(CA) 24R(ST)

3. GEREÇ ve YÖNTEM

3.1.Örnekleme

Çalışmaya Cochlear Nucleus marka koklear implant kullanan 7- 71 yaş arası 54 koklear implant kullanıcısı dahil edilmiştir. Yaş ortalaması 22,22'dir (min yaş: 7, max yaş: 71) (Standart Sapma: 15,32). Deneklerin 35'i erkek (%64,8), 19'u (%35,2) kadındır. Tablo 5, 6, 7 ve 8'de hastaların demografik özellikleri, tablo 9'da timpanometrik bulguları betimlenmiştir.

Hastalar üç grupta incelenmiştir. Birinci grup hastalar Nucleus 24M model implant, sprint model konuşma işlemcisi kullanmaktadır. İkinci grup hastalar Nucleus 24 Contour model implant, Esprit3G model konuşma işlemcisi kullanmaktadır. Üçüncü grup hastalar Nucleus Freedom Contour Advance model implant, Freedom model konuşma işlemcisi kullanmaktadır.

Tablo 5: Deneklerin Cinsiyetlerinin Gruplara Göre Dağılımı

	Freedom n(%)	24Contour n(%)	24M n(%)
Erkek	15 (68,2)	11 (64,7)	9 (60)
Kadın	7 (31,8)	6 (35,3)	6 (40)

Tablo 6: Deneklerin Yaşlarının Gruplara Göre Dağılımı

	Freedom (N=22) X±SS	24Contour (N=17) X±SS	24M (N= 15) X±SS
Takvim Yaşı (Yıl)	25,45±16,97	14,41±7,34	26,33±16,9
İmplantlanma Yaşı (Yıl)	23,81±17,06	8,94±5,44	17,5±16,9
İmplant Kullanma Yaşı (Yıl)	1,77±0,81	5,00±1,32	8,86±1,06

Tablo 7: Deneklerin Dil (Lisan) Edinimlerinin Gruplara Göre Dağılımı

	Freedom n(%)	24Contour n(%)	24M n(%)
Dil Edinimi Öncesi	11 (50)	16 (94,1)	10 (66,7)
Dil Edinimi Sonrası	11 (50)	1 (5,9)	5 (33,3)

Tablo 8: Deneklerin Etiyolojik Özelliklerinin Gruplara Göre Dağılımı

	Freedom (N=22) n(%)	24Contour (N=17) n(%)	24M (N=15) n(%)
İlerleyici (Progresif)	2 (9,1)	(-)	1 (6,7)
Konjenital	4 (18,2)	3 (17,6)	1 (6,7)
Bilinmeyen	6 (27,3)	7 (41,2)	4 (26,7)
Genetik	2 (9,1)	2 (11,8)	2 (13,3)
Edinilmiş	8 (36,4)	5 (29,4)	7 (46,7)

Tablo 9: Deneklerin Timpanometrik Bulgularının Gruplara Göre Dağılımı

	Freedom X±SS	24Contour X±SS	24M X±SS
Statik Komplians	0,75±0,37	0,79±0,46	0,75±0,57
Basınç Alanı	-28,50±50,52	-23,82±47,25	-41,6±52,05

Nucleus marka modeller arasındaki farkı incelemek için denekler 3 gruba ayrılmış, objektif ve subjektif testlerin tamamından yanıt alınanlar karşılaştırma grubuna dahil edilmiştir. Tablo 10'da gruplar, kullanılan koklear implant modeli ve konuşma işlemcisi modeli görülmektedir.

Tablo 10: Araştırma grupları

Grup NO	Toplam Sayı n(%)	Karşılaştırma Sayısı n(%)	İmplant Modeli	İşlemci Modeli
Grup 1	22 (40,7)	15 (36,6)	Nucleus Freedom CA	Nucleus Freedom
Grup 2	17 (31,5)	15 (36,6)	Nucleus 24C	Nucleus Esprit 3G
Grup 3	15 (27,8)	11 (26,8)	Nucleus 24M	Nucleus Sprint
N	54	41		

Elli dört hastanın içinden T seviyesi, NRT eşiği ve ESRT testlerinin üçünden de yanıt alınmış 41'i gruplar arası karşılaştırma için kullanılmıştır. Araştırmaya dahil olma ölçütleri ve araştırmadan çıkarılma ölçütleri Tablo 11'de belirtilmiştir.

Tablo 11: Araştırmaya dahil olma, araştırmadan çıkarılma ölçütleri

Araştırmaya Dahil Olma Ölçütleri:	Araştırmadan Çıkarılma Ölçütleri:
• 7 yaşından büyük olmak • Deneklerin davranışsal testlere cevap verecek olgunlukta olması. • Hastaların Cochlear Nucleus marka 24C, 24M ve FreedomCA kullanıcısı olması • Test elektrotlarının çalışır durumda ve iç kulakta yerleşmiş olması	• Hasta araştırmadan ayrılmak istediğinde • Araştırma sırasında orta kulak patolojisi tespit edildiğinde • İmpedans telemetri testinde test elektrotlarında kısa devre ya da açık devre elde edilmesi

3.2. Araştırmada Kullanılan Testler

Araştırmanın hipotezlerini sınamak amacıyla elektrot dizininde apikal medial ve bazal yerleşimden dört elektrot seçilmiştir. (22, 20, 10, 5) Her hastanın araştırmaya başlamadan önce KBB muayenesi yapılmıştır. Daha sonra sırasıyla en az duyma seviyesi (T- Seviyesi) NRT testi, Timpanometri ve ESRT uygulanmıştır. Araştırmada etkisi incelenen değişkenler tablo 12’de gösterilmiştir.

Tablo 12: Etkisi incelenen değişkenler

Test	Etkisi İncelenen Değişken
Davranışsal	Akım Genişliği (25, 50 μ s)
NRT	Uyaran Sıklığı (50, 80, 250 Hz.), Akım Genişliği (25, 50 μ s)
ESR	Akım Genişliği (25, 50 μ s)

3.3.1. İmpedans Telemetri Testi

İmpedans telemetri testi yapılarak test elektrotları ile yanlarındaki elektrotlar arasındaki direnç farklılığı test edilmiş, test elektrotlarının arasındaki değerin 5- 15 k Ω olması durumunda ölçüm yapılmıştır.

İmpedans telemetri testi koklear implant yazılımı tarafından yapılabilmektedir.

3.3.2. En Az Duyma Seviyesinin Tespit Edilmesi (T- Seviyesi)

. Davranışsal C seviyesinin tespiti T seviyesine göre daha zordur. Çünkü gürlük algısının tanımlanması hastadan hastaya değişmektedir. Hastalar açısından en rahat duyduğu seviyeyi (C seviyesi) ifade etmek, en az duyma seviyesini (T seviyesi) ifade etmeye göre daha subjektiftir. Biz çalışmamızda daha standart yanıt alabildiğimiz T seviyesini kullandık. 3 grupta da Custom Sound 3.1 yazılımından uyarı gönderilmiş, hastanın her sesi duyduğunda elini kaldırması istenmiştir. Test hastanın rahat duyduğu seviyeden başlamıştır. Hasta her duyduğunda uyarı 10 birim (Current Level) düşürülmüş, duymadığında ise 5 birim yükseltilerek en az duyma seviyesi (T- seviyesi) belirlenmiştir. Her hasta için toplam 8 ölçüm yapılmıştır. En az duyma (T) seviyesinin tespiti için kullanılan parametreler Tablo 13’de belirtilmektedir.

Tablo 13: Araştırmada T seviyesinin test edilmesinde kullanılan parametreler

Parametre	Açıklama
Uyarı Elektrodu	22, 20, 10, 5
Referans Elektrot	MP1+2
Akım Genişliği (µs)	25, 50
Uyarı Sıklığı (Hz)	900
Maxima	8
Strateji	ACE

3.3.3. Timpanometri Testi

Test için Siemens SD30 akustik immitansmetre cihazı kullanılmıştır. Koklear implantın olmadığı kulağa prob yerleştirilmiş ve timpanogram elde edilmiştir. Orta kulak patolojisini destekleyen bulgu elde edildiğinde KBB konsültasyonu istenmiştir.

3.3.4. Elektrik Uyarımlı Stapes Refleks Eşiğinin (ESRe) Tespit Edilmesi

Custom Sound 3.1 yazılımından uyarın gönderilmiş, implant olmayan kulaktan Akustik İmmitansmetre cihazı aracılığıyla kayıt alınmıştır. Kayıt cihazın Refleks Decay modunda elde edilmiştir. Uyarın başlangıç seviyesi olarak en az duyma seviyesinin 40 birim üstünden başlanmış refleks elde edene kadar 5 birim yükseltilmiştir. Hasta uyarın seviyesinden rahatsız olursa test sonlandırılmıştır. Refleks Decay modunda komplians seviyesindeki gözle ayırt edilebilir, belirgin değişiklik Stapes refleksi ve refleksin görüldüğü en düşük uyarın seviyesi Elektrik Stapes Refleks eşiği olarak kabul edilmiştir. ESRT testinde toplam 8 ölçüm alınmıştır. Elektrik Stapes Refleks Testi için kullanılan parametreler Tablo-14'de belirtilmektedir.

Tablo 14: Araştırmada ESRT testinde kullanılan parametreler

Parametre	Açıklama
Uyarın Elektrodu	22, 20, 10, 5
Referans Elektrot	MP1
Akım Genişliği (µs)	25, 50
Uyarın Sıklığı (Hz)	900
Uyarın süresi (msn)	1000

3.3.5. NRT Eşiğinin Tespit Edilmesi

Freedom kullanıcılarında Custom Sound EP, 24 Contour ve 24M kullanıcılarında NRT 3.1 yazılımı ile test gerçekleştirilmiştir. Hastanın rahat duyduğu seviyeden uyarın gönderilerek EBAP kaydı alınmıştır. Uyarın kayıt gecikmesi ve kazanç miktarı ilk kayıta belirlenmiş, tüm ölçümler için aynı parametre kullanılmıştır. Prob ton şiddeti EBAP eşiği elde edilene kadar düşülmüştür. N1 ve P1 tepesinin görsel olarak izlenebildiği en düşük seviye eşik seviyesi olarak belirlenmiştir. Her hastadan toplam 24 ölçüm gerçekleştirilmiştir. NRT testi için kullanılan parametreler Tablo 15’de belirtilmektedir.

Tablo 15: Araştırmada NRT testinde kullanılan parametreler

Parametre	Açıklama
Uyarın Elektrodu	22, 20, 10, 5
Uyarın Referans Elektrodu	MP1
Akım Genişliği (µs)	25, 50
Uyarın Sıklığı (Hz)	50, 80, 250
Maske- Prob aralığı (µs)	500
Kayıt Elektrodu	20, 22, 12,7
Kayıt Referans Elektrodu	MP2
Uyarın Kayıt Aralığı (µs)	60, 100, 122
Kazanç (dB)	50, 60

3.4. ENSTRÜMANTASYON

Kullanılan Yazılımlar: Tüm hastaların T seviyelerini belirlemek için Custom Sound 1.3 yazılımı kullanılmıştır. NRT testinde Freedom hastalarında Custom Sound 1.3 EP kullanılırken, 24 Contour ve 24M kullanıcılarında NRT 3.1 yazılımı kullanılmıştır.

Kullanılan Donanımlar: Araştırmada Dell Inspiron marka bilgisayar, Stapes Refleks Testinde Siemens SD30 marka akustik immitansmetre, programlama ve NRT testinde arabirim (interface) kullanılmıştır. Arabirim (interface) bilgisayarla koklear implant sistemi arasında iletişim kurmayı sağlar.

Tablo 16: Araştırmada kullanılan enstrümanlar

	Donanım	Arabirim	Yazılım	Konuşma İşlemcisi
Davranışsal Eşik	Dell Inspiron	PPS, POD	CS1.3	Esprit3G, Sprint, Freedom
NRT	Dell Inspiron	PPS, POD	CS EP, NRT 3.1	Sprint, Freedom
ESR	Siemens SD30, Dell Inspiron	PPS, POD	Custom Sound 1.3	Esprit3G, Sprint, Freedom



Resim 2: Araştırmada kullanılan Akustik İmmitansmetre. Siemens SD30



(A)



(B)

Resim 4: Araştırmada kullanılan arabirim ve kablolar. (A) Freedom için kullanılan sistem (B) Esprit 3G ve Sprint için kullanılan sistem

3.5 Araştırmada Kullanılan İstatistiksel Yöntemler

Ölçümlerin gruplar arası karşılaştırması varyans analizi (tek yönlü anova) yöntemiyle, grup içi ilişkisel incelemesi ise spearmann korelasyon tekniğiyle yapılmıştır. Ayrıca betimleyici istatistik kullanılmıştır.

3.6 Etik Kurul Onayı

Bu araştırma Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Yerel Etik Kurulu tarafından incelenmiş, 17 Aralık 2007 tarihinde onaylanmıştır. Karar No: 418

4. BULGULAR

Araştırmada tüm gruplarda ve tüm hastalardan davranışsal yanıtlar alınmıştır. Uygulanan ESRT ve NRT testinin elde edilme oranı Tablo 17 ve 18’de gösterilmektedir. Freedom’da tüm hastalardan NRT yanıtı alınmıştır. 24M ve 24Contour’da elde edilme oranı elektrota göre değişiklik göstermektedir. ESRT’de Freedom ve 24 Contour’da elde edilme oranı bazal elektrotta diğer elektrotlara göre daha düşüktür. Freedom hastalarında 20, 10 ve 5. elektrotlarda elde edilme oranları diğer modellere göre daha düşüktür. Çalışmamızda NRT’nin elde edilme oranı, ESR’nin elde edilme oranından daha yüksektir.

Tablo 17: Araştırmada ESR ve NRT elde edilme oranı (Freedom, 24 Contour)

Test	Parametre	FREEDOM CONTOUR ADVANCE (N: 22)				24 CONTOUR (N: 17)			
		N (%)				N (%)			
		ELEKTROTLAR				ELEKTROTLAR			
		22	20	10	5	22	20	10	5
ESRT	25 µs	15 (68,2)	15 (68,2)	15 (68,2)	14 (63,6)	15 (88,2)	15 (88,2)	15 (88,2)	13 (76,5)
	50µs	15 (68,2)	15 (68,2)	14 (63,6)	13 (59,1)	14 (82,4)	14 (82,4)	14 (82,4)	13 (76,5)
NRT	25µs/ 50Hz	22 (100)	22 (100)	22 (100)	22 (100)	22 (100)	16 (94,1)	13 (76,5)	14 (82,4)
	25µs/ 80Hz	22 (100)	22 (100)	22 (100)	22 (100)	22 (100)	16 (94,1)	14 (82,4)	16 (94,1)
	25µs/250Hz	22 (100)	22 (100)	22 (100)	22 (100)	22 (100)	16 (94,1)	13 (76,5)	14 (82,4)
	50µs/ 50Hz	22 (100)	22 (100)	22 (100)	22 (100)	22 (100)	16 (94,1)	14 (82,4)	15 (88,2)
	50µs/ 80Hz	22 (100)	22 (100)	22 (100)	22 (100)	22 (100)	16 (94,1)	14 (82,4)	15 (88,2)
	50µs/250Hz	22 (100)	22 (100)	22 (100)	22 (100)	22 (100)	16 (94,1)	14 (82,4)	15 (88,2)

Tablo 18: Araştırmada ESR ve NRT görülme sıklığı (24M)

Test	Parametre	24M (N: 15) N (%)			
		ELEKTROTLAR			
		22	20	10	5
ESRT	25 µs	10 (66.7)	11 (73.3)	11 (73.3)	10 (66.7)
	50µs	10 (66.7)	11 (73.3)	11 (73.3)	10 (66.7)
NRT	25µs/ 50Hz	13 (86,7)	14 (93.3)	15 (100)	15 (100)
	25µs/ 80Hz	13 (86,7)	14 (93.3)	15 (100)	15 (100)
	25µs/250Hz	13 (86,7)	14 (93.3)	15 (100)	15 (100)
	50µs/ 50Hz	13 (86,7)	14 (93.3)	15 (100)	15 (100)
	50µs/ 80Hz	13 (86,7)	14 (93.3)	15 (100)	15 (100)
	50µs/250Hz	13 (86,7)	14 (93.3)	15 (100)	15 (100)

Araştırmada elde edilen T seviyesi, ESRe ve t-NRT değerleri akım genişliği ve uyaran hızına bağlı olarak ayrı ayrı incelenmiştir. Tablo 19 ve 20’de deneklerin T seviyesi ESRT, t-NRT ortalama ve standart sapma değerleri görülmektedir. Her grupta T seviyesi ortalamaları apikalden bazala doğru yükselme eğilimi göstermiştir. Akım genişliği 50 µs’a çıkarıldığında bu eğilim devam etmiştir Apikal elektrotlarda (22- 20) t-NRT ortalaması medial (10) ve bazal (5) elektrota göre düşük bulunmuştur. Uyaran hızının ise ortalamaları önemli ölçüde etkilemediği görülmüştür.

Tablo 19: Deneklerin T seviyesi ESRT, t-NRT ortalama ve standart sapma değerleri

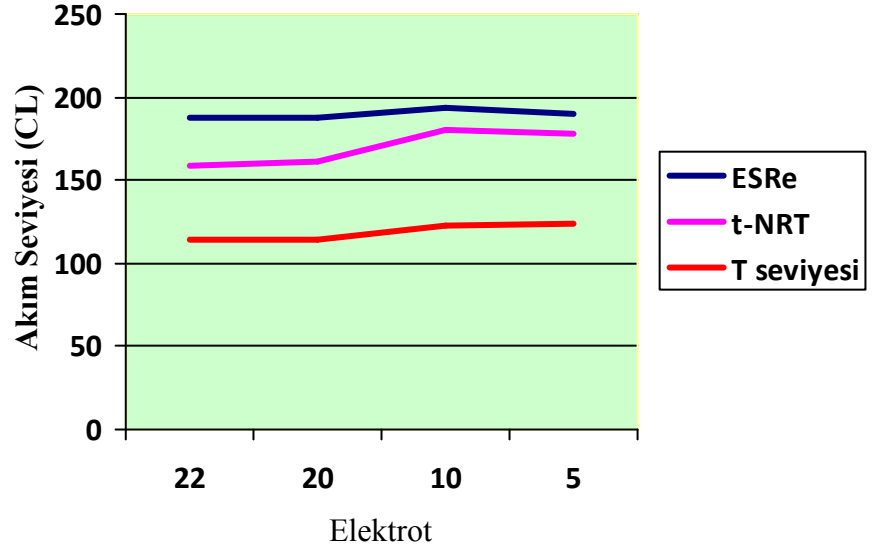
Test	Parametre	FREEDOM CONTOUR ADVANCE				24 CONTOUR			
		X $\pm$ SS				X $\pm$ SS			
		ELEKTROTLAR				ELEKTROTLAR			
		22	20	10	5	22	20	10	5
T	25 μ s	113,63 $\pm$ 16,98	114,31 $\pm$ 17,27	122,04 $\pm$ 14,66	123,40 $\pm$ 14,66	130,29 $\pm$ 11,52	134,41 $\pm$ 12,97	136,76 $\pm$ 11,44	140,93 $\pm$ 11,96
	50 μ s	78,63 $\pm$ 20,59	78,63 $\pm$ 20,7	84,77 $\pm$ 17,21	85,90 $\pm$ 17,97	95,58 $\pm$ 17,57	96,47 $\pm$ 14,97	100,29 $\pm$ 12,92	104,68 $\pm$ 14,43
ESRT	25 μ s	187,66 $\pm$ 10,66	187,66 $\pm$ 11,93	194,00 $\pm$ 9,67	190,00 $\pm$ 11,26	194,00 $\pm$ 19,74	200,66 $\pm$ 14,49	201,66 $\pm$ 13,84	199,61 $\pm$ 15,06
	50 μ s	152,00 $\pm$ 9,02	154,33 $\pm$ 12,65	159,64 $\pm$ 9,89	156,15 $\pm$ 11,20	167,50 $\pm$ 18,47	172,50 $\pm$ 13,69	171,78 $\pm$ 11,02	170,83 $\pm$ 14,43
NRT	25 μ s/ 50Hz	158,40 $\pm$ 16,43	160,90 $\pm$ 19,49	179,77 $\pm$ 12,39	177,04 $\pm$ 12,40	168,52 $\pm$ 20,89	177,18 $\pm$ 14,02	183,07 $\pm$ 10,71	180,35 $\pm$ 10,27
	25 μ s/ 80Hz	158,40 $\pm$ 16,78	160,90 $\pm$ 18,93	180,22 $\pm$ 12,09	177,95 $\pm$ 12,11	170,29 $\pm$ 19,95	178,12 $\pm$ 13,76	183,07 $\pm$ 9,90	182,14 $\pm$ 9,74
	25 μ s/250Hz	161,13 $\pm$ 15,95	163,40 $\pm$ 18,02	182,04 $\pm$ 11,81	179,09 $\pm$ 12,11	170,58 $\pm$ 21,42	179,37 $\pm$ 14,12	183,07 $\pm$ 10,71	182,85 $\pm$ 8,70
	50 μ s/ 50Hz	124,09 $\pm$ 14,69	125,00 $\pm$ 19,02	144,77 $\pm$ 13,31	141,36 $\pm$ 11,56	141,76 $\pm$ 20,68	147,81 $\pm$ 13,03	155,71 $\pm$ 11,06	154,00 $\pm$ 12,83
	50 μ s/ 80Hz	125,68 $\pm$ 14,41	127,27 $\pm$ 18,49	145,68 $\pm$ 12,46	141,13 $\pm$ 11,74	142,64 $\pm$ 20,92	149,37 $\pm$ 13,64	156,07 $\pm$ 10,22	156,66 $\pm$ 12,48
	50 μ s/250Hz	127,27 $\pm$ 15,25	128,18 $\pm$ 18,61	146,59 $\pm$ 11,68	144,09 $\pm$ 11,40	144,11 $\pm$ 20,63	150,31 $\pm$ 13,22	157,85 $\pm$ 10,86	157,33 $\pm$ 11,47

Tablo 20: 24M modelde deneklerin T seviyesi ESRT, t-NRT ortalama ve standart sapma değerleri

Test	Parametre	24M			
		ELEKTROTLAR			
		22	20	10	5
T	25µs	133,66 ±21,16	136,00 ±19,19	138,33 ±15,88	143,33 ±17,28
	50µs	99,00 ±22,21	101,33 ±19,68	105,66 ±16,24	109,66 ±17,97
ESRT	25 µs	194,50 ±11,65	192,72 ±13,84	202,36 ±9,51	200,50 ±7,61
	50µs	166,50 ±10,28	169,09 ±13,19	172,27 ±10,09	173,18 ±12,89
NRT	25µs/ 50Hz	174,61 ±11,44	179,28 ±15,79	186,33 ±11,56	182,66 ±10,32
	25µs/ 80Hz	175,76 ±13,66	180,00 ±16,05	185,33 ±11,56	183,66 ±9,53
	25µs/250Hz	176,92 ±12,33	181,78 ±11,88	187,33 ±11,47	186,66 ±9,57
	50µs/ 50Hz	145,00 ±12,90	151,42 ±15,61	156,66 ±12,34	154,00 ±10,55
	50µs/ 80Hz	147,30 ±13,00	152,24 ±15,28	158,33 ±12,48	155,00 ±10,52
	50µs/250Hz	148,46 ±12,14	153,92 ±14,82	159,66 ±12,74	158,00 ±9,78

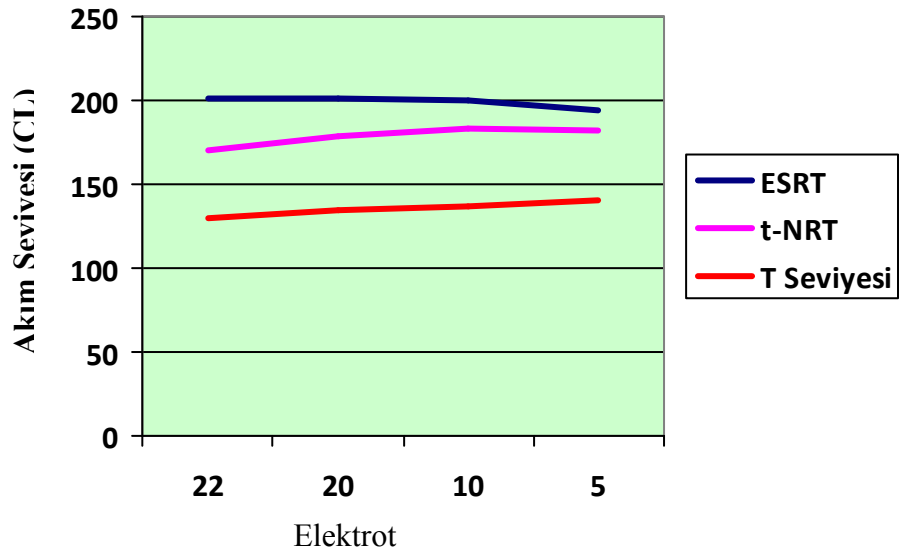
Grafik 1, 2 ve 3'te her grubun ortalamaları verilmektedir. t-NRT değerleri tüm elektrotlarda ve tüm parametrelerde T seviyesi ve ESRe arasındadır. ESRe ortalamaları tüm elektrotlarda ve tüm parametrelerde t-NRT ve T seviyesine göre yüksek bulunmuştur.

Freedom'da ESRe ile T seviyesi arasındaki fark 67- 74 CL arasında, t-NRT ile T seviyesi arasındaki fark 45- 54 CL arasında, ESRe ile t-NRT arasındaki fark 13- 29 CL arasında değişmektedir(NRT 25 µs/ 80 Hz, ESRe 25 µs/ 900 Hz, T seviyesi 25 µs/ 900 Hz) (Grafik 1).



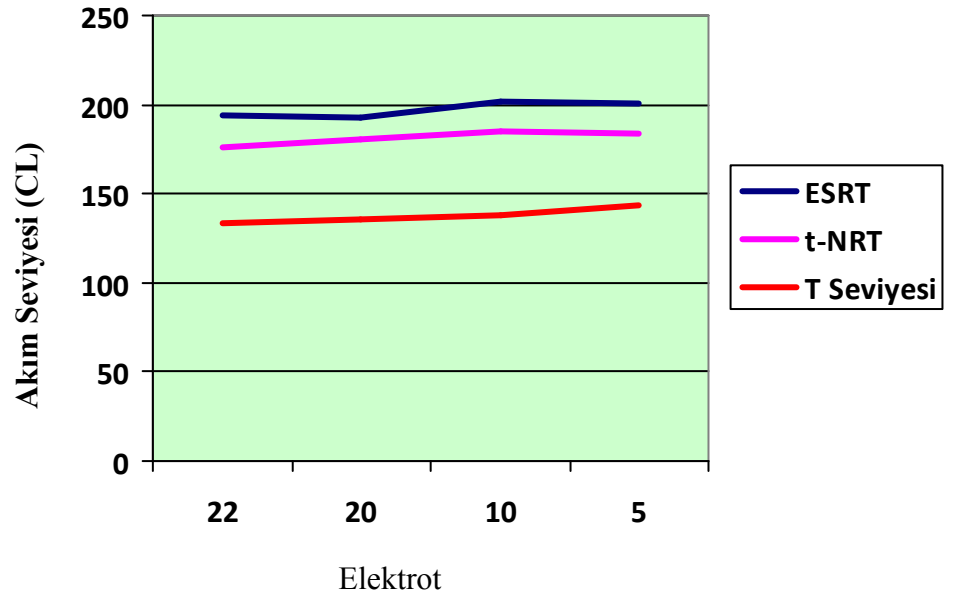
Grafik 1: Freedom model koklear implantta ESRe (Elektrik Stapes Refleks Eşiği) t-NRT (NRT eşiği) ve T seviyesi ortalamaları.

24 Contour'da ESRe ile T seviyesi arasındaki fark 59- 64 CL arasında, t-NRT ile T seviyesi arasındaki fark 40- 47 CL arasında, ESRe ile t-NRT arasındaki fark 17- 24 CL arasında değişmektedir (NRT 25 μ s/ 80 Hz, ESRe 25 μ s/ 900 Hz, T seviyesi 25 μ s/ 900 Hz) (Grafik 2).



Grafik 2: 24 Contour hastalarında ESRe (Elektrik Stapes Refleks Eşiği) t-NRT (NRT eşiği) ve T seviyesi ortalamaları.

24M'de ESRe ile T seviyesi arasındaki fark 56- 64 CL arasında, t-NRT ile T seviyesi arasındaki fark 39- 48 CL arasında, ESRe ile t-NRT arasındaki fark 12- 19 CL arasında değişmektedir (NRT 25 μ s/ 80 Hz, ESRe 25 μ s/ 900 Hz, T seviyesi 25 μ s/ 900 Hz) (Grafik 3).



Grafik 3: 24M hastalarında ESRe (Elektrik Stapes Refleks Eşiği) t-NRT (NRT eşiği) ve T seviyesi ortalamaları.

Testler arasındaki istatistiksel ilişki her grup için ayrı ayrı incelenmiştir. (N=54) İncelenen değişkenler şunlardır:

- 1) T seviyesi ile t-NRT arasındaki ilişki (n=54)
- 2) T seviyesi ile ESRT arasındaki ilişki (n=41)
- 3) t-NRT ile ESRT arasındaki ilişki (n=41)

Freedom modelde T seviyesi ile t-NRT ve ESRT arasındaki istatistiksel ilişki tablo 21'de gösterilmektedir. Akım genişliği 25 μ s olarak ayarlandığında, T seviyesi değerleriyle t-NRT arasında 22, 20 ve 10. elektrotta orta derecede pozitif korelasyon gözlenmiştir ($p < 0.01$). 5. elektrotta tüm parametrelerde düşük derecede istatistik olarak anlamlı

olmayan korelasyon bulunmuştur. Akım genişliği T seviyesi için 25 μ s, t-NRT için 50 μ s olarak ayarlandığında 20. Elektrotta korelasyon yüksek derecede elde edilirken diğer ölçümlerde orta derecede elde edilmiştir ($p < 0.01$). Akım genişliği T seviyesi için 50 μ s, t-NRT için 25 μ s olarak ayarlandığında tüm elektrotlar arasında orta derecede pozitif korelasyon gözlenmiştir ($p < 0.01$). Akım genişliği her iki ölçüm için de 50 μ s olarak ayarlandığında T seviyesi ile t-NRT arasında, 20. Elektrotta yüksek derecede, diğer elektrotlarda orta derecede korelasyon gözlenmiştir ($p < 0.01$). 50 μ s akım genişliğinde elde edilen T seviyesi değerleriyle elde edilen korelasyon katsayıları, 25 μ s'e göre daha yüksektir. 50 μ s t-NRT değerlerinde korelasyon katsayılarının uyarın hızı (rate) yükseldikçe göreceli olarak arttığı görülmektedir. Akım genişliği T seviyesi için 25 μ s, ESRE için 50 μ s olarak ayarlandığında 20. Elektrotta orta derecede pozitif korelasyon gözlenmiştir ($p < 0.05$). Akım genişliği T seviyesi için 50 μ s, ESRE için 25 μ s olarak ayarlandığında orta derecede pozitif korelasyon gözlenmektedir. Diğer elektrotlarda T seviyesi ile ESRT seviyesi arasındaki korelasyon katsayıları istatistiksel açıdan anlamlı değildir.

Tablo 21: Freedom modelde T seviyesi ile t-NRT ve ESRT arasındaki istatistiksel ilişki (r)

T Seviyesi Elektrot (μ s)	t-NRT						ESRT	
	25 μ s			50 μ s			25 μ s	50 μ s
	50 Hz.	80Hz.	250Hz.	50Hz.	80Hz.	250Hz.		
22 (25 μ s)	.570**	.603**	.555**	.547**	.558**	.575**	.410	.439
20 (25 μ s)	.646**	.691**	.674**	.696**	.707**	.716**	.477	.529*
10 (25 μ s)	.651**	.648**	.688**	.667**	.685**	.695**	.500	.413
5 (25 μ s)	.375	.309	.310	.369	.372	.422	-.117	.208
22 (50 μ s)	.613**	.622**	.582**	.575**	.582**	.599**	.313	.333
20 (50 μ s)	.676**	.703**	.684**	.707**	.720**	.738**	.425	.461
10 (50 μ s)	.587**	.568**	.607**	.550**	.557**	.572**	.533*	.385
5 (50 μ s)	.534*	.503*	.455*	.472*	.509*	.578**	.104	.412

** $p < 0.01$ * $p < 0.05$

Freedom modelde t-NRT ve ESRT arasındaki istatistiksel ilişki tablo 22’de gösterilmektedir. Akım genişliği 25 μ s olarak ayarlandığında 5. elektrotta ESRe ile t-NRT arasında tüm parametrelerde orta ve yüksek derecelerde korelasyon gözlenmektedir ($p < 0.01$) ($p < 0.05$). 25 μ s t-NRT ölçümlerinde korelasyon katsayılarının bazal elektrotlara doğru göreceli yükselişi göze çarpmaktadır. Akım genişliği ESRe için 25 μ s, t-NRT için 50 μ s olarak ayarlandığında 5. elektrotta orta derecede korelasyon görülmektedir ($p < 0.05$). Akım genişliği her iki ölçüm için de 50 μ s olarak ayarlandığında 5. elektrotta ESRe değerleriyle t-NRT arasında orta derecelerde korelasyon gözlenmektedir ($p < 0.01$). Akım genişliği ESRe için 50 μ s, t-NRT için 25 μ s olarak ayarlandığında ESRe değerleriyle t-NRT arasında 5. elektrotta orta ve yüksek derecelerde korelasyon gözlenmektedir ($p < 0.01$). Diğer elektrotlarda korelasyon katsayıları istatistiksel açıdan anlamlı değildir.

Tablo 22: Freedom modelde t-NRT ve ESRT arasındaki istatistiksel ilişki (r)

ESRT <i>Elektrot</i> (μ s)	t-NRT					
	25 μ s			50 μ s		
	50 Hz.	80 Hz.	250 Hz.	50 Hz.	80 Hz.	250 Hz.
22 (25 μ s)	.156	.187	.155	.086	.074	.038
20 (25 μ s)	.260	.236	.245	.225	.214	.228
10 (25 μ s)	.517*	.467	.500	.449	.450	.404
5 (25 μ s)	.663**	.763**	.820**	.644*	.699**	.608*
22 (50 μ s)	.231	.272	.214	.172	.156	.125
20 (50 μ s)	.332	.311	.322	.301	.305	.312
10 (50 μ s)	.446	.432	.474	.435	.465	.434
5 (50 μ s)	.671*	.754*	.808*	.660*	.739*	.639*

** $p < 0.01$ * $p < 0.05$

24 Contour model için T seviyesi ile t-NRT ve ESRT arasındaki istatistiksel ilişki tablo 23’de gösterilmektedir. 24 Contour model koklear implantta T seviyesi ile t-NRT arasında ilişki istatistiksel açıdan anlamlı değildir. Akım genişliği T seviyesi için 25 μ s, ESRT için 50 μ s olarak ayarlandığında T seviyesi ile ESRe arasında 22. elektrotta pozitif korelasyon gözlenmektedir ($p < 0.05$). Akım genişliği her iki ölçüm için de 50 μ s olarak ayarlandığında 22. ve 20. elektrotlarda orta derecede pozitif korelasyon gözlenmektedir ($p < 0.05$). Diğer elektrotlarda T seviyesi ile ESRT seviyesi arasındaki korelasyon katsayıları istatistiksel açıdan anlamlı değildir.

Tablo 23: 24 Contour modelde T seviyesi ile t-NRT ve ESRT arasındaki istatistiksel ilişki (r)

T Seviyesi Elektrot (μ s)	t-NRT						ESRT	
	25 μ s			50 μ s			25 μ s	50 μ s
	50 Hz.	80 Hz.	250Hz.	50Hz.	80Hz.	250Hz.		
22 (25 μ s)	.204	.257	.282	.288	.350	.331	.360	.620*
20 (25 μ s)	.183	.223	.106	.127	.124	.145	.185	.528
10 (25 μ s)	-,154	-,100	-.103	.051	-,055	.117	-,468	-,422
5 (25 μ s)	-,338	-,277	-,372	-,047	-,063	-,089	-,574	-,511
22 (50 μ s)	.140	.212	.233	.208	.282	.265	.369	.615*
20 (50 μ s)	.248	.308	.214	.233	.256	.270	.423	.603*
10 (50 μ s)	-0,322	-,222	-,244	-,186	-,288	-,118	-,480	-,315
5 (50 μ s)	-,094	.015	-,074	.118	.156	.101	-,350	-,256

** $p < 0.01$ * $p < 0.05$

24 Contour modelde t-NRT ve ESRe arasındaki istatistiksel ilişki tablo 24’de gösterilmektedir. Akım genişliği her iki ölçüm için de 25 μ s olarak ayarlandığında ESRe ile t-NRT arasında 22. elektrotta yüksek derecede ($p < 0.01$), 5. elektrotta (t-NRT 250 Hz) orta derecede ($p < 0.05$) pozitif korelasyon gözlenmiştir. Akım genişliği her iki ölçüm için de 50 μ s olarak ayarlandığında ESRe ile t-NRT arasında 22. elektrotta yüksek

derecede ($p < 0.01$), 5. elektrotta (t-NRT 50Hz, 250 Hz) orta derecede ($p < 0.05$) pozitif korelasyon gözlenmiştir. Akım genişliği ESRe için 25 μ s, t-NRT (50Hz) için 50 μ s olarak ayarlandığında 5. elektrotta orta derecede ($p < 0.05$) pozitif korelasyon gözlenmiştir. Akım genişliği ESRe için 50 μ s, t-NRT (80Hz, 250 Hz) için 25 μ s olarak ayarlandığında 5. elektrotta orta derecede ($p < 0.05$) pozitif korelasyon gözlenmiştir.

Tablo 24: 24 Contour modelde t-NRT ve ESRe arasındaki istatistiksel ilişki (r)

ESRT <i>Elektrot</i> (μ s)	t-NRT					
	25 μ s			50 μ s		
	50 Hz.	80 Hz.	250 Hz.	50 Hz.	80 Hz.	250 Hz.
22 (25 μ s)	.888**	.890**	.891**	.846**	.863**	.869**
20 (25 μ s)	.520	.488	.447	.452	.479	.563*
10 (25 μ s)	.290	.406	.328	.404	.408	.446
5 (25 μ s)	.481	.564	.675*	.586*	.502	.547
22 (50 μ s)	.752**	.798**	.772**	.723**	.768**	.771**
20 (50 μ s)	.644*	.595*	.515	.548	.517	.566*
10 (50 μ s)	.553	.602	.517	.516	.522	.524
5 (50 μ s)	.486	.668*	.702*	.609*	.522	.618*

** $p < 0.01$ * $p < 0.05$

24M modelde T seviyesi ile t-NRT ve ESRe arasındaki istatistiksel ilişki tablo 25’de gösterilmektedir. Akım genişliği 25 μ s olarak ayarlandığında T seviyesiyle t-NRT arasında 20. elektrotta orta derecede ($p < 0.05$) pozitif korelasyon gözlenmiştir. Akım genişliği 50 μ s olarak ayarlandığında ise T seviyesiyle t-NRT (80 Hz) arasında 20. elektrotta orta derecede ($p < 0.05$) pozitif korelasyon gözlenmiştir. Akım genişliği T seviyesi için 25 μ s, t-NRT için 50 μ s olarak ayarlandığında 20. elektrotta orta derecede ($p < 0.05$) pozitif korelasyon gözlenmiştir. T seviyesi ile ESRE seviyesi arasındaki korelasyon katsayıları istatistiksel açıdan anlamlı değildir.

Tablo 25: 24M modelde T seviyesi ile t-NRT ve ESRe arasındaki istatistiksel ilişki (r)

T Seviyesi Elektrot (μ s)	tNRT						ESRT	
	25 μ s			50 μ s			25 μ s	50 μ s
	50Hz.	80Hz.	250Hz.	50Hz.	80Hz.	250Hz.		
22 (25 μ s)	.374	.398	.471	.521	.469	.427	.274	.275
20 (25 μ s)	.599*	.583*	.564*	.540*	.609*	.550*	.464	.436
10 (25 μ s)	.406	.420	.302	.279	.419	.381	.005	-,157
5 (25 μ s)	.416	.362	.279	.368	.314	.373	-,134	.086
22 (50 μ s)	.329	.336	.399	.468	.422	.377	.295	.317
20 (50 μ s)	.522	.508	.514	.509	.582*	.506	.518	.437
10 (50 μ s)	.450	.451	.342	.309	.456	.410	.054	-,095
5 (50 μ s)	.513	.454	.404	.456	.397	.470	.082	.254

**p< 0.01 *p<0.05

24M modelde t-NRT ve ESRT arasındaki istatistiksel ilişki tablo 26'da gösterilmektedir. Akım genişliği 25 μ s olarak ayarlandığında ESRT değerleriyle t-NRT arasında 22. elektrotta (t-NRT 50 Hz) orta derecede ($p < 0.05$), 20, 10 ve 5. elektrotlarda orta ve yüksek derecelerde ($p < 0.01$) ($p < 0.05$) pozitif korelasyon gözlenmiştir. Akım genişliği 50 μ s olarak ayarlandığında ESRE değerleriyle t-NRT arasında tüm elektrotlarda yüksek derecelerde ($p < 0.01$) ($p < 0.05$) pozitif korelasyon gözlenmiştir. Akım genişliği ESRE için 25 μ s, t-NRT için 50 μ s olarak ayarlandığında 20. 10. (t-NRT 50, 80 Hz) ve 5. elektrotta orta ve yüksek derecede ($p < 0.01$) ($p < 0.05$) pozitif korelasyon gözlenmiştir. Akım genişliği ESRE için 50 μ s, t-NRT için 25 μ s olarak ayarlandığında tüm elektrotlarda yüksek derecede ($p < 0.01$) ($p < 0.05$) pozitif korelasyon gözlenmiştir.

Tablo 26: 24M modelde t-NRT ve ESRT arasındaki istatistiksel ilişki (r)

ESRT <i>Elektrot</i> (μ s)	t-NRT					
	25 μs			50 μs		
	50 Hz.	80 Hz.	250 Hz.	50 Hz.	80 Hz.	250 Hz.
22 (25 μs)	.699*	.653	.655	.658	.658	.658
20 (25 μs)	.738*	.748*	.757*	.785**	.710*	.846**
10 (25 μs)	.710*	.696*	.659*	.659*	.734*	.598
5 (25 μs)	.751*	.776**	.775**	.776**	.820**	.793**
22 (50 μs)	.591	.529	.509	.552	.552	.552
20 (50 μs)	.770**	.776**	.770**	.785**	.713*	.853**
10 (50 μs)	.793**	.816**	.861**	.861**	.861**	.781**
5 (50 μs)	.702*	.718*	.757**	.718*	.716*	.730*

**p< 0.01 *p< 0.05

Üç implant grubu arasındaki farklılıklar Tek Yönlü Anova testi ile incelenmiştir. Anova testi sonuçları iki başlıkta incelenmiştir.

- 25 μ s ile 50 μ s akım genişliğinde elde edilen t-NRT, ESRE ve T değerleri birbirinden çıkarılarak elde edilen farklar istatistik olarak incelenmiştir.
- Akım genişliği aynı olan t-NRT, ESRE ve T değerlerinin 3 grup arasındaki farklılıkları incelenmiştir.

NRT testinde (25 μ s - 50 μ s) akım genişliği farklarının gruplar arası karşılaştırması Tablo 27’de gösterilmiştir. Freedom’da (50 Hz) 22. 20. ve 5. elektrotlardaki fark, 24C modeline göre daha fazladır (p<0.05). Freedom 20, 10 ve 5. elektrotlardaki fark ise 24M’den daha fazladır (p<0.05). Freedom model koklear implantta 20. ve 5. elektrotlarda 50 Hz ölçümünde alınan akım genişliği farkı diğer iki modele göre anlamlı derecede daha fazladır (p<0.05). Ayrıca Freedom’ın tüm elektrotlarında 80 Hz ve 250 Hz ölçümlerinde akım genişliği farkı diğer modellere göre anlamlı derecede daha fazladır (p<0.05).

Tablo 27: NRT testinde akım genişliği farklarının (25- 50 µs) gruplar arası karşılaştırması

NRT Testi	FREEDOM				24 Contour				24M			
	Elektrotlar				Elektrotlar				Elektrotlar			
25µs- 50µs	22	20	10	5	22	20	10	5	22	20	10	5
50Hz	34,33 ±5,62*	34,66 ±5,16*	33,33 ±2,08*	34,33 ±4,57*	27 ±7,02	28,92 ±5,25	27,72 ±6,46	27,91 ±3,34	30 ±2,50	28 ±4,83	28,63 ±3,93	29,09 ±2,02
80Hz	31,33 ±5,81	33,66 ±4,41*	34,33 ±3,19*	35,66 ±4,16*	27,33 ±7,52	28,92 ±4,00	29,54 ±4,71	27,91 ±3,96	28,33 ±2,50	27,5 ±3,53	26,36 ±3,93	28,63 ±2,33
250Hz	33,33 ±5,23*	34,33 ±3,19*	34,66 ±3,99*	34 ±4,70*	26,33 ±5,81	28,92 ±4,46	26,36 ±5,04	27,08 ±4,98	28,33 ±2,50	27,5 ±2,63	26,81 ±4,04	28,63 ±3,23

*p<0,05

ESRT testinde akım genişliği farklarının (25 µs - 50 µs) gruplar arası karşılaştırması Tablo 28’de gösterilmiştir. Freedom model koklear implantta 22. elektrottan alınan fark diğer modellere göre anlamlı derecede daha fazladır (p<0,05). Freedom’da 20, 10 ve 5. elektrotlardaki fark 24M’e göre daha fazladır.

Tablo 28: ESRT testinde akım genişliği farklarının (25- 50 µs) gruplar arası karşılaştırması

ESRT Testi	FREEDOM				24 CONTOUR				24M			
	Elektrotlar				Elektrotlar				Elektrotlar			
25µs- 50µs	22	20	10	5	22	20	10	5	22	20	10	5
25µs- 50µs	35,66 ±3,19*	35,00 ±4,62*	36,07 ±6,25*	33,07 ±2,53*	28,21 ±6,38	24,64 ±16,80	31,78 ±3,16	31,66 ±4,92	26,00 ±5,67	28,63 ±2,33	29,09 ±3,75	30,50 ±1,58

*p<0,05

T seviyesi akım genişliği farklarının (25- 50 µs) gruplar arası karşılaştırmasında modeller arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık bulunmamıştır.

t-NRT değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması Tablo 29’da gösterilmiştir. 20. elektrotta (25µs; 80Hz) Freedom’ın NRT eşikleri 24C modeline göre daha düşük bulunmuştur (p<0,05). 20. ve 5. elektrot (50µs; 50Hz), (50µs; 80Hz) ve (50µs; 250Hz) ölçümlerinde Freedom’ın NRT

eşikleri diğer modellere göre daha düşüktür ($p<0,05$). 22. ve 10. Elektrotlarda (50 μ s; 50Hz), (50 μ s; 80Hz) ve (50 μ s; 250Hz) Freedom'ın NRT eşikleri sadece 24M modeline göre daha düşüktür ($p<0,05$).

Tablo 29: t-NRT değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması

NRT Değerleri	FREEDOM			24 CONTOUR			24 M		
	50 Hz.	80 Hz.	250 Hz.	50 Hz.	80 Hz.	250 Hz.	50 Hz.	80 Hz.	250 Hz.
22 (25US)	158,33 ±17,99	157,66 ±17,81	161,00 ±16,38	168,66 ±22,31	170,33 ±21,33	170,66 ±22,90	174,44 ±12,85	175,00 ±15,00	176,11 ±13,41
20 (25US)	161,00 ±21,81	161,66 ±21,43*	163,33 ±20,41	177,85 ±14,63	178,92 ±14,30	180,00 ±14,54	179,50 ±17,23	180,00 ±17,32	181,50 ±16,50
10 (25US)	179,33 ±12,93	180,33 ±12,31	182,33 ±12,22	183,18 ±10,31	183,63 ±9,77	183,63 ±9,51	187,72 ±11,69	186,36 ±11,85	189,09 ±12,00
5 (25US)	176,00 ±13,38	176,66 ±13,04	178,00 ±12,92	179,58 ±10,75	181,66 ±10,29	182,08 ±8,64	183,18 ±9,02	184,09 ±8,89	187,27 ±8,47
22(50 μs)	124,00 ±15,25*	126,33 ±14,45*	127,66 ±15,79*	141,33 ±27,07	142,66 ±22,35	144,00 ±21,97	144,44 ±13,33	146,66 ±14,36	147,77 ±12,77
20(50 μs)	125,00 ±21,21*	128,00 ±20,85*	128,66 ±20,74*	148,21 ±13,38	150,00 ±14,00	150,71 ±13,28	151,50 ±17,00	152,50 ±16,54	154,00 ±16,63
10(50 μs)	146,00 ±13,38*	146,00 ±12,98*	147,00 ±12,21*	155,83 ±11,24	155,83 ±10,62	158,33 ±10,94	159,09 ±12,00	163,90 ±11,79	162,27 ±12,52
5(50 μs)	141,66 ±12,05*	141,00 ±12,98*	144,00 ±12,70*	153,84 ±12,60	156,15 ±13,25	156,92 ±12,16	154,09 ±8,89	155,45 ±8,79	158,18 ±8,14

* $p<0,05$

ESRe değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması tablo 30 ve tablo 31'de gösterilmiştir. 25 μ s ölçümünde 20. elektrotta Freedom'dan alınan ESRe, 24C modeline göre; 5. elektrotta ise 24M modeline göre daha düşüktür ($p<0,05$). 50 μ s ölçümünde tüm elektrotlarda Freedom ESRe diğer modellere göre daha düşüktür ($p<0,05$).

Tablo 30: Freedom ve 24C’de ESRe değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması

ESRe	FREEDOM				24 CONTOUR			
	Elektrotlar				Elektrotlar			
	22	20	10	5	22	20	10	5
25µs	187,66 ±10,66	187,66 ±11,93*	194,00 ±9,67	190,00 ±11,26*	194,00 ±19,74	200,66 ±14,49	201,66 ±13,84	199,61 ±15,06
50µs	152,00 ±9,02*	154,33 ±12,65*	159,64 ±9,89*	156,15 ±11,20*	167,50 ±1847	172,50 ±13,69	171,78 ±11,02	170,83 ±14,43

*p<0,05

Tablo 31: 24M’de ESRe değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması

ESRe	24M			
	Elektrotlar			
	22	20	10	5
25µs	194,50 ±11,65	197,72 ±13,84	201,36 ±9,51	200,50 ±7,61
50µs	166,50 ±10,28	169,09 ±13,19	172,27 ±10,09	173,18 ±12,89

*p<0,05

T seviyesi değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması tablo 32 ve tablo 33’de gösterilmiştir. 25 µs ölçümünde Freedom’dan alınan T seviyesi tüm elektrotlarda ve 50 µs’de 5. elektrotta 24C’ye göre daha düşüktür ($p<0,05$). 50 µs ölçümünde 10. ve 5. elektrotlarda Freedom T seviyesi diğer modellerin T seviyesinden anlamlı derecede düşüktür ($p<0,05$).

Tablo 32: Freedom ve 24C’de T seviyesi değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması

Akım Genişliği	FREEDOM				24 CONTOUR			
	Elektrotlar				Elektrotlar			
	22	20	10	5	22	20	10	5
25µs	115,66 ±19,98*	115,66 ±20,42*	123,00 ±18,10*	125,33 ±16,84*	132,33 ±14,25	136,66 ±12,05	138,33 ±10,63	142,50 ±15,28
50µs	81,33 ±23,86	80,00 ±24,34*	86,00 ±19,83*	87,66 ±20,16*	99,00 ±15,72	100,00 ±11,95	103,33 ±9,94	106,78 ±14,08

*p<0,05

Tablo 33: 24M’de T seviyesi değ erlerinin gruplar arası karşılaştırılması

Akım Genişliği	24M			
	Elektrotlar			
	22	20	10	5
25�s	131,81	133,63	138,18	141,36
	�22,16	�19,75	�12,89	�15,50
50�s	97,27	100,45	106,81	108,63
	�23,70	�20,54	�12,50	�15,01

ESRT ve NRT farkının gruplar arası karşılaştırmasında akım genişliği her iki ölçüm için de 25  s olarak ayarlandığında ve NRT  l  m  uyarın hızı 50Hz olarak ayarlandığında 22. elektrot için ölçümler arası fark 24M’e göre daha düşüktür ($p<0,05$). NRT - T seviyesi ve ESRT - T seviyesi farklarının gruplar arası karşılaştırmasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık bulunmamıştır.

5. TARTIŞMA

Çalışmamızda NRT'nin elde edilme oranı, ESR'nin elde edilme oranından daha yüksektir. Yapılan çalışmalarda NRT elde edilme oranı %80- 90 arasında değişirken, ESR elde edilme oranı daha düşüktür^(3, 22, 23, 31). ESR'ın elde edilmesi genellikle orta kulak patolojisinin var olup olmamasına bağlıdır. Ayrıca refleksin elde edilmesi için yüksek uyaran seviyesine ihtiyaç vardır. Bu durum ESR'ın klinik kullanımını kısıtlamaktadır.

Çalışmamızda istatistiksel açıdan anlamlı olmasa da tüm modeller için T seviyesi ortalamaları apikalden bazala doğru göreceli artış eğilimi göstermektedir. Akım genişliği 50 μ s'e çıkarıldığında da bu eğilim değişmemiştir. Apikal elektrotlarda t-NRT ortalaması medial ve bazal elektrotla göre düşük bulunmuştur. Apikal bölgede spiral ganglion sayısının daha az olmasına rağmen eşiklerin daha düşük bulunması, elektrodun apikal bölgede spiral ganglionlara daha yakın yerleşmesi ile açıklanabilir. Çünkü, kokleanın apikali bazala göre daha dardır. Ayrıca bu bölgede bazal membran genişlemektedir. Doğal olarak, bu bölgeye yerleşen elektrot dizini modiolusa daha fazla yaklaşmaktadır. Bunun sonucunda eşik değerleri diğer bölgelere göre genellikle daha düşük elde edilmektedir. Bu sonuçtan hareketle, özellikle davranışsal yanıtların alınamadığı hastalarda T seviyesini belirlerken bazal elektrotların gerçek eşığının medial ve apikal yerleşimdeki elektrotlara göre daha yüksek olabileceğini söyleyebiliriz. Gordon ve ark. EBAP, EABR eşiği ve davranışsal duyma seviyelerinin apikalde bazala göre daha düşük olduğunu bildirmiştir. Bu sonucu işitme kaybı nedeniyle bazal bölgede spiral ganglion hücre kaybının daha çok olmasına bağlamışlardır⁽²³⁾. Polak ve ark. (2004), ESRT, t-NRT ve T seviyesini karşılaştırmış, elektrotların konumu açısından istatistiksel ilişki bulamamıştır. Fakat aynı araştırmacılar NRT amplitütünün bazaldan apikale doğru büyüme eğiliminde olduğunu bildirmiştir. Araştırmacılara

göre spiral ganglion hücrelerinin apekteki densitesinin daha fazla olması amplitütün büyümesine yol açmaktadır⁽²⁴⁾. Literatürde NRT amplitütünün apikalde arttığı ve NRT eşiğinin düştüğünü bildiren başka çalışmalar da mevcuttur^(2, 42).

T seviyeleri ile t-NRT arasındaki ilişki elektrot modellerine göre farklılık göstermiştir. Freedom'da t-NRT, T değeri farkı apikalden bazala doğru 45- 58 CL arasında değişirken, 24C'de 40- 47 CL, 24M'de ise 39- 48 CL olarak bulunmuştur. Polak ve ark. (2005), Nuc24 hastalarında t-NRT, T değeri farkını yetişkinlerde 25- 30 CL, çocuklarda 15- 25 CL arasında bulmuştur⁽⁴³⁾. Literatürdeki birçok çalışmada T/C seviyeleri, SPEAK konuşma stratejisiyle düşük uyaran hızında (250 Hz) programlanan hastalardan elde edilmiştir^(5, 18, 23). Bu araştırmalarda t-NRT, T değeri farkı bizim çalışmamıza göre daha düşüktür. Potts ve ark. (2007), Nucleus 24 kullanan 250, 900, 1200, ve 1800 Hz uyaran hızında programlanan hastalar üzerinde yaptıkları çalışmada, uyaran hızı yükseldikçe t-NRT, T seviyesi farkının büyüdüğünü bulmuştur⁽⁴⁴⁾. Çalışmamızda 900 Hz uyaran hızı kullanıldığından, t-NRT/ T seviyesi farkının düşük hızla yapılan çalışmalara göre daha yüksek bulunması beklenen bir sonuçtur.

Araştırmamızda t-NRT değerleri tüm elektrotlarda ve tüm parametrelerde T seviyesi ile ESRe arasındadır. Önceki araştırmalarda t-NRT genellikle T/C seviyesi arasında elde edildiği görülmüştür^(34, 35, 36, 23). Bazı araştırmalarda araştırma grubundaki deneklerden bir bölümünün t-NRT değerinin C seviyesini geçtiği belirtilmektedir^(4,23). t-NRT'nin C seviyesinin altında elde edilmesi rahat duyma seviyesinin hastadan hastaya değişmesiyle açıklanabilir. C seviyesinin standart olmaması t-NRT'nin C seviyesinin altında elde edilmesine sebep olmuş da olabilir. Gordon ve ark. (2004), T seviyesinin en iyi t-NRT ile, C seviyesinin en iyi ESR eşiği ile tahmin edilebileceğini belirtmektedir⁽²³⁾.

Bu araştırmada Freedom ve 24M implantlarda T seviyesiyle t- NRT arasındaki ilişki orta derecededir. Contour elektrotta ise dūřuk korelasyon gōzlenmiřtir. Freedom, 24 Contour ve 24 M ile yapılan çalışmalarda T seviyesiyle t- NRT arasında orta derecede korelasyon bildirilmektedir^(43, 44, 45, 33).

ESRe ortalamaları tūm elektrotlarda ve tūm parametrelerde t-NRT ve T seviyesine gōre yūksək bulunmuřtur. Çalıřmamızda literatūrlle uyumlu olarak ESRe- T seviyesi iliřkisi dūřuk bulunmuřtur. Gordon ve ark. 24M kullanıcılarında deneklerin %85'inde eSR eřięinin NRT eřięinin ūstūnde olduęunu bulmuřtur⁽²³⁾. Literatūrde Nucleus 24 kullanıcılarında ESRe ve C seviyesi arasında yūksək derecede korelasyon bulunan çalıřmalar vardır^(39, 40). Literatūrde ESRe ile T seviyesi arasındaki iliřki daha dūřūktūr. ESRe genellikle C seviyesiyle yūksək korelasyon gōstermektedir^(23, 38, 39, 40, 43, 46). Arařtırmamızda t-NRT ile T deęerleri arasındaki korelasyon, T ile ESRe arasındaki korelasyondan genel olarak daha gūlū bulunmuřtur. Bu nedenle T deęerinin saptanmasında NRT'nin ōncelikli olarak kullanılması daha gūvenilir sonuç verecektir.

Çalıřmamızda en gūlū istatistiksel iliřki ESRe ve t-NRT arasında elde edilmiřtir. T-NRT ve ESRe arasındaki iliřkinin gūlū olduęunu bildiren birçok çalıřma bulunmaktadır^(24, 23, 43, 46, 47). İki objektif ōlūm arasında korelasyonun yūksək elde edilmesi ōlūmlerin gūvenilirlięi açısından ōnemlidir.

Arařtırmamızda NRT testinde uyaran hızı açısından elektrotlar incelendięinde, ōzellikle Freedom modelde istatistiksel açıdan anlamlı olmamakla birlikte t-NRT ortalamalarında eřiık 250 Hz'de gōreceli yūkselme gōstermektedir. Freedom'da t-NRT (50μs) T seviyesi iliřkisinde uyaran hızı yūkseldike korelasyon katsayısı da gōreceli olarak yūkselmektedir. Sonuçlar literatūrlle uyumludur. Smoorenburg (2006),

uyaran hızının NRT eşiğini önemli ölçüde etkilemediğini fakat uyaran hızının 250 Hz'e çıkarılması durumunda eşiklerin 5 μ V yükseldiğini bildirmektedir⁽⁴⁵⁾. Potts ve ark. (2007), Nucleus 24 kullanıcılarında t-NRT ile C seviyesi arasındaki ilişkinin 250 Hz.de en üst seviyeye çıktığını bildirmiştir⁽⁴⁴⁾. Hughes ve ark. (2000), NRT eşikleri ile T seviyesi arasındaki ilişkinin uyaran hızının 80 Hz ve 250 Hz olarak ayarlandığında yüksek korelasyon gösterdiğini açıklamışlardır⁽³⁵⁾. Diğer modellerde uyaran hızı açısından belirgin farklılık gözlenmemiştir. Akım genişliğinin artması T seviyesi ve objektif testler arasındaki ilişkiyi değiştirmemiştir. Korelasyon katsayılarında 25 μ s ve 50 μ s ölçümleri açısından belirgin farklılık yoktur. Literatürde akım genişliği açısından objektif testlerle subjektif duyma seviyeleri arasındaki ilişkiyi inceleyen herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Araştırmamızda istatistiksel açıdan anlamlı olmasa da 24 Contour model koklear implantta 24M'e göre T seviyeleri ve NRT eşikleri göreceli daha düşüktür. Bu durum Contour modelindeki kıvrılma özelliğinden dolayı modiolusa daha yakın olmasıyla açıklanabilir. Freedom'da ESRe ve t seviyesi açısından diğer modellere göre anlamlı farklılık gözlenmiştir. Eşik değerleri diğer modellere göre daha düşüktür. T-NRT açısından incelendiğinde 50 μ s'de Freedom eşikleri anlamlı olarak diğer modellere göre daha düşüktür. Bu sonuçtan hareketle Freedom modelinde implantın kıvrılma özelliği sayesinde modiolusu daha iyi sardığı ve daha çok spiral ganglion hücrelerini aktive ederek objektif ve subjektif eşikleri düşürdüğü söylenebilir. Bu konuda literatürde herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

ESRT'de Freedom ve 24 Contour'da elde edilme oranı bazal elektrotta diğer elektrotlara göre daha düşüktür. Literatürde bazalda spiral ganglion kaybının fazla olduğu bildiren çalışmalar mevcuttur^(5, 19, 20). Çalışmamızda bazal elektrotlarda elde edilme oranının düşüklüğünün, spiral ganglion sayısının azlığından dolayı olabileceğini düşündürmektedir.

Freedom hastalarında 20, 10 ve 5. elektrotlarda elde edilme oranları diğer modellere göre daha düşüktür. ESR elde etmek için tüm sinirin aktive olması gerekmektedir. Freedom modelinde kıvrılma özelliği sayesinde elektrotun diğer modellere göre daha dar bir bölgeyi aktive ettiği düşünülürse, ESR elde edilme oranının orta kulak patolojisi olmamasına rağmen düşük olması bu şekilde açıklanabilir.

Akım genişliği artırımı ESRe, t-NRT ve T seviyesi arasındaki tüm implant modellerinde korelasyon katsayılarında önemli değişiklik yaratmamıştır. Bu durum akım genişliği artırımının objektif testlerle T seviyesini belirlemede çok etkili olmayacağını düşündürmüştür. Davranış eşiğinde akım genişliğinin artması her üç modelde de eşit derecede eşik değişimine sebep olmaktadır.

Modeller arası karşılaştırmada Freedom model implantta objektif ve subjektif değerlerin akım genişliği artışından daha fazla etkilendiği görülmektedir. 25 μ s'de modeller arasında farklılık gözlenmezken 50 μ s'de Freedom'dan alınan fark anlamlı derecede daha fazladır. ESRT ve NRT ölçümlerinin 50 μ s'te yapılması durumunda da Freedom'dan alınan değerler anlamlı derecede diğer modellere göre daha düşüktür. Smoorenburg (2006), Nuc24 Contour'da T seviyesi ve t-NRT, Nuc24M'e göre daha düşük bulmuştur⁽⁴⁵⁾. Polak ve ark. (2005), Nuc24 Contour ve Nuc24 Straight model implantları objektif testler açısından 30 hastada karşılaştırmıştır. Her iki model arasında objektif ve subjektif ölçümler açısından belirgin farklılık gözlenmemiştir⁽⁴³⁾. Smoorenburg (2006), Nuc 24R(CS) ve Nuc 24R(ST) elektrot modelleri arasında uyaran hızı açısından farklılık bulmamıştır. Aynı araştırmacı 250 Hz'de NRT eşiğinde Freedom Contour ve Freedom Straight modelleri arasında da anlamlı farklılık bulmamıştır⁽⁴⁵⁾. Akım genişliğinin artması durumunda akımın süresi uzadığından uyarılan bölgede daha fazla aktivasyon olmaktadır. Freedom'daki kıvrılma özelliğinin daha dar bölgede uyaram sağladığını

varsayarsak, akım genişliğinin arttırılması uyarım bölgesinin de büyümesi anlamına gelecektir. Akım genişliği artırımında Freedom'dan alınan değerlerin diğer modellere göre farklı olması elektrotun dar bölge uyarım özelliğiyle ilişkili olabilir. Freedom için NRT testi Custom Sound 1.3 yazılımı üzerinden gerçekleştirilirken 24 Contour ve 24M modellerde NRT 3.1 yazılımı kullanılmıştır. Yazılımın sonuçlara etkisi bilinmemektedir. Araştırmadan sonra tüm modellerde testlerin yapılabilirdi Custom Sound 2.0 yazılımı kullanıma sunulmuştur. Aynı denek grubuyla testler tekrarlanarak yazılımın etkisi incelenebilir.

Sonuçlar modeller arasında eşik değerleri açısından farklılıkları göstermektedir. ESR elde edilme oranının düşüklüğü sebebiyle NRT testinin birinci sırada kullanılması gerektiği düşünülmektedir. Programlamada kullanılan uyarın hızı t-NRT T seviyesi ilişkisini etkileyebilir. 900 Hz. ACE stratejisinde programlamada t-NRT C seviyesinin üstünde olabilir. 250 Hz SPEAK stratejisinde ise dinamik ranjin içersinde olabilir. Araştırma sırasında hastaların şiddet algısının uyarın hızı yükseldikçe arttığı gözlenmiştir. Bu durumda düşük uyarın hızı (50Hz) kullanılması gerekebilir. Araştırma denekleri içersinde bazı hastalarda akım genişliği 25 μ s'de implantın kompians seviyesi aşıldığı için t-NRT elde edilmezken 50 μ s'de yanıt alınabilmiştir. 25 μ s'de t-NRT elde edilmemesi durumunda uyarının akım genişliği 50 μ s'e çıkarılması gerekebilir. Fakat bu durumda eşiklerin düşeceği akıldan çıkarılmamalıdır.

6. SONUÇ

Araştırmamızda objektif testlerle T seviyesi arasındaki ilişki 3 model üzerinde 4 ayrı elektrotta incelenmiştir. Ayrıca ölçüm parametrelerinden akım genişliği ve uyaran hızının etkisi de incelenmiştir. Sonuçlar şu şekildedir:

- 1) Nucleus marka implant modelleri (Freedom CA, 24 Contour, 24M) arasında NRT testi, ESRT testi ve T seviyesi açısından farklılıklar incelemiş, test parametrelerinden akım genişliği artırıldığında Freedom'dan alınan değerlerin diğer modellere göre daha düşük olduğu bulunmuştur. Genişliğinin artması her üç modelde de eşit derecede eşik değişimine sebep olmaktadır. Modeller arası karşılaştırmada Freedom implantta objektif ve subjektif değerlerin akım genişliği artışından daha fazla etkilendiği görülmektedir. 25 μ s'de modeller arasında farklılık gözlenmezken 50 μ s'de Freedom'dan alınan fark anlamlı derecede daha fazladır. ESRT ve NRT ölçümlerinin 50 μ s'te yapılması durumunda da Freedom'dan alınan değerler anlamlı derecede diğer modellere göre daha düşüktür. Davranış eşiğinde akım genişliğinin artması her üç modelde de eşit derecede eşik değişimine sebep olmaktadır.
- 2) Freedom model implantlarda T seviyesiyle t- NRT arasında ve T seviyesiyle ESRT arasında anlamlı derecede korelasyon bulunmuştur. 24 Contour kullanıcılarında düşük korelasyon gözlenirken 24 M kullanıcılarında orta derecede korelasyon görülmektedir. t-NRT ile T seviyeleri arasındaki ilişki elektrot modellerine göre farklılık göstermiştir. t-NRT değerleri tüm elektrotlarda ve tüm parametrelerde T seviyesi ve ESRT arasındadır.

- 3) ESRe ortalamaları tüm elektrotlarda ve tüm parametrelerde t-NRT ve T seviyesine göre yüksek bulunmuştur. t-NRT değerleri tüm elektrotlarda ve tüm parametrelerde T seviyesi ve ESRe arasındadır. ESRT- T seviyesi ilişkisi düşük bulunmuştur. ESRT ve t-NRT arasında yüksek korelasyon elde edilmiştir.
- 4) NRT testinde uyaran hızı açısından elektrotlar incelendiğinde, özellikle Freedom modelde istatistiksel açıdan anlamlı olmamakla birlikte t-NRT ortalamalarında eşik 250 Hz'de göreceli yükselme göstermektedir. Bu sonucu destekler nitelikte Freedom modelde t-NRT (50µs) T seviyesi ilişkisinde uyaran hızı yükseldikçe korelasyon katsayısı da göreceli olarak yükselmektedir. Diğer modellerde uyaran hızı açısından belirgin farklılık gözlenmemiştir.
- 5) Akım genişliğinin artması T seviyesi ve objektif testler arasındaki ilişkiyi değiştirmemiştir. Korelasyon katsayılarında 25 µs ve 50 µs ölçümleri açısından belirgin farklılık yoktur.
- 6) Çalışmamızda istatistiksel açıdan anlamlı olmasa da tüm modeller için T seviyesi ortalamaları apikalden bazala doğru göreceli artış göstermektedir. Akım genişliği 50 µs çıkarıldığında da artış değişmemiştir.

Akım genişliğinin test seviyelerine etkisinin Freedom modelde daha belirgin olduğu akılda tutulmalıdır. Bu sonuçtan hareketle Freedom için daha dar bölge uyarımın olabileceğini varsayarsak elektrotlar arası etkileşimin daha az olduğunu bu durumun hastadan alınan işitsel performansı arttırabileceğini söyleyebiliriz. Fakat bunu rahatça söyleyebilmek için yazılımın etkisi ekarte edilmelidir. Elektrotlar açısından bazal elektrotlarda eşiklerin yükselmesi programlama sırasında gösterge

olabilir. Sonuçlar programlama sırasında test parametrelerinin dikkate alınması gerektiğini, modeller arası farklılıklar olabileceğini göstermektedir.

7. ÖZET

Bu çalışmanın temel amacı koklear implant kullanan hastalarda NRT (Neural Response Telemetry) testi, Elektrik Stapes Refleks Testi (ESRT) ve T seviyesinin klinik kullanımdaki standardizasyonunu sağlamaktır. ESR eşiği ve NRT eşiğinin T seviyesiyle ilişkisi, ölçüm parametrelerinden akım genişliği ve uyaran hızının test sonuçlarına etkisi incelenmiştir. Çalışmaya Cochlear Nucleus marka Freedom Contour Advance, 24Contour, 24M model koklear implant kullanan 7- 71 yaş arası 54 hasta dahil edilmiştir. Hastalar 3 grupta incelenmiştir. Birinci grup hastalar Freedom, ikinci grup hastalar 24C, üçüncü grup hastalar 24M koklear implant kullanmaktadır. Hastalara NRT ve ESRT testi uygulanmış, T seviyesi tespit edilmiştir. Ölçüm için 22, 20, 10 ve 5. elektrotlar kullanılmıştır. Freedom'da objektif ve subjektif değerlerin akım genişliğinden daha fazla etkilenmektedir. T-NRT değerleri tüm modellerde ESRe ve T seviyesi arasındadır. T-NRT ve T seviyesi bazaldan apikale doğru yükselme eğilimindedir. Uyaran hızı test değerlerini önemli ölçüde etkilememektedir. Freedom'da t-NRT ve T seviyesi arasındaki korelasyon diğer modellere göre daha yüksektir. Tüm modellerde ESRe ve t-NRT arasında yüksek korelasyon bulunmuştur. Sonuçlar programlama sırasında objektif test parametrelerinin dikkate alınması gerektiğini, modeller arası farklılıklar olabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Koklear implant, elektriksel bileşik aksiyon potansiyeli, NRT, elektrik stapes refleks testi, ESRT, T seviyesi.

8. SUMMARY

Main purpose of this study was to obtain standardization in the clinical use of ESRT, NRT and T Level in cochlear implant users. The relationship between ESRT, NRT and T Level was examined, as were the affects of stimulation parameters (pulse width, rate) in these measurements. The study was comprised of 54 users, aged from 7 to 71 years. Participants used Nucleus Freedom, 24 Contour and 24M Cochlear implants. NRT and ESRT measurements were performed and T Level determined. Measurements were performed using apical (22, 20), medial (10) and basal (5) electrodes. Pulse width proved much more affected in Freedom. T-NRT values were between T-NRT and ESRT in all models. T-NRT and T Level tended to rise from basal to apical. Stimulation rate did not affect test values significantly. The correlation between t-NRT and T Level was mildly significant and highest in Freedom. The correlation between t-NRT and ESRT was highly significant for all implants. Results suggest that when fitting a speech procesor with objective measurements test parameters, diffirences between implant models should be considered.

Key Words: Cochlear implant, ECAP, NRT, electrically stapedial reflex test, ESRT, T level.

9. KAYNAKLAR

- 1) İncesulu A. Koklear implant adaylarının medikal değerlendirilmesi ve hasta seçimi. Türkiye Klinikleri Cerrahi Tıp Bilimleri Dergisi, Kulak Burun Boğaz, 2006; 2 (10), 24- 30.
- 2) Akşit AM. Koklear implant hastalarında işitme sinirinin elektriksel uyarımlı bileşik aksiyon potansiyelinin ölçümü. Doktora. İstanbul: Marmara Üniversitesi; 2002.
- 3) Abbas PJ, Brown CJ, Shallop JK, Friszt JB, Hughes ML, Hong SH, et al. Summary of Results Using the Nucleus CI24M Implant to Record the Electrically Evoked Compound Action Potential. Ear Hearing 1999; 20: 45-59
- 4) Cullington H. Preliminary neural response telemetry results. British Journal of Audiology 2000; 34, 131-140.
- 5) Brown CJ, Abbas PJ, Gantz B. Preliminary experience with Neural Response Telemetry in the Nucleus CI24M cochlear implant. The American Journal of Otology 1998; 19: 320-327.
- 6) Multilingual dictionary of otology and cochlear implants. 1st ed. Spain: Cochlear Cooperation; 2005.
- 7) Rance G, Dowell CD. Speech processor programming. In: Clark G, editor. Coclear implantation for infants and children. London: Singular Publising; 1997. p.147-169

- 8) Clark G. Cochlear implants: fundamentals and applications. New York: Springer; 2003. p.296- 365
- 9) Öğüt F, Engin ZE. Koklear implantlar ve konuşa işlemci stratejileri. Türkiye Klinikleri Cerrahi Tıp Bilimleri Dergisi Kulak Burun Boğaz 2006; Cilt 2 (10): s.7- 15.
- 10) Somek B, Fajt S, Dembitz A, Ivkovic M, Ostojic J. Coding Strategies for Cochlear implants. Automatika 2006; 47, p.69- 74.
- 11) Kösemihal E. Koklear implantlı çocuklarda P1 latansının incelenmesi. Yüksek Lisans. İstanbul: Marmara Üniversitesi; 2007.
- 12) Dorman FD, Sharma A, Gilley P, Martin K, Roland P. Central auditory development: Evidence from CAEP measurements in children fit with Cochlear implants. Journal of communication disorders. 2007; 40: p.284- 294
- 13) Gordon KA, Valero J, Papsin BC. Auditory Brainstem Activity in Children with 9- 30 Months of Bilateral Cochlear Implant Use. Hearing Research. 2007; 233: p.97- 107.
- 14) Gordon KA. Central auditory system activity and development in children who use cochlear implants. Doktora. Toronto: University of Toronto, 2005.

- 15) Brown CT, Abbas PJ. Electrically evoked whole-nerve action potentials: Parametric data from cat. J.Acoust. Soc. Am. 1990; 88: p.2205-2210.
- 16) Brown CT, Abbas PJ, Gantz B. Electrically evoked whole-nerve action potentials: Parametric data from humans. J.Acoust. Soc. Am. 1990; 83: p.1385- 1391.
- 17) Nucleus 24 NRT: Neural Resonse Telemetry Reference Folder. Cochlear Jan. 2002.
- 18) Dillier N, Lai WK, Almqvist B, Frohne C, Müller-Deile J, Stecker, M. Measurement of the electrically evoked compound action potential via a neural response telemetry system. Annals of Otology, Rhinology and Laryngology. 2002; 111(5): p.407-414.
- 19) Hall RD. Estimation of surviving spiral ganglion cells in the deaf rat using the electrically evoked auditory brainstem response. Hear. Res. 1990; 49(1-2): p.123- 126
- 20) Stypulkowski PH, Van den Honert C. Physiological properties of the electrically stimulated auditory nevre: I. Compound action potential recordings. Hearing Research. 1984; 14: p.205-23.
- 21) Başar F. Koklear implant kullanıcılarında Neural Response Telemetry (NRT) yöntemiyle tone decay'in değeriendirilmesi. Doktora. Ankara: Hacettepe Üniversitesi; 2003.
- 22) Battmer RD, Laszig R, Lehnhardt E. Electrically elicited stapedius reflex in Cochlear implant patiets. Ear Hearing. 1990; 11: p.370-74.

- 23) Gordon KA, Papsin BC, Harrison RV. Toward a Battery of Behavioral and Objective Measures to Achieve Optimal Cochlear Implant Stimulation Levels in Children. *Ear Hearing*. 2004; 25: p. 447-4.
- 24) Polak M, Hodges AV, King JE, Balkany TJ. Further Prospective Findings with Compound Action Potentials from Nucleus 24 Cochlear Implants. *Hearing Research*. 2004; 188: p.104-116.
- 25) Hughes ML. Fundamentals of clinical ECAP measures in Cochlear implants part-2: Measurement tecnics and tips (online). 2006 (cited 2006 June 11) Available from URL: http://www.audiologyonline.com/articles/article_detail.asp?article_id=1717
- 26) Brickley G, Conway J, Craddock L. Initial results of Neural Response Telemetry recording of electrical compound action potentials from the United Kingdom. *Annals of Otology, Rhinology Laryngology*. 2000; 185: p.9-12
- 27) Franck KH, Norton SJ. Estimation of psychophysical levels using the electrically evoked compound action potential measured with the neural response telemetry capabilities of Cochlear Corporation's CI24M device. *Ear and Hearing*. 2001; 22: p.289-299.
- 28) Burnett PA, Miller JM, Managham CA. Intra-aural reflexes elicited by a Cochlear prosthesis in monkey. *Hearing Research*. 1984; 16: p.175- 180.

- 29) Jerger J, Jenkins H, Fifer R, Mecklenburg D. Stapedius reflex to electrical stimulation in a patient with a Cochlear implant. *Annals of Otology, Rhinology, Laryngology*. 1986; 95: p.151- 157
- 30) Stephan K, Welzl-Muller K, Stiglbrunner H. Dynamic range of the contralateral stapedius reflex in Cochlear implant patients. *Scand.Audiol*. 1990; 19: p.111-15.
- 31) Hodges AV, Butts S, Dolan- Ash S, Balkany TJ. Using electrically evoked auditory reflex thresholds to fit the CLARION Cochlear implant. *Ann.Otol.Rhinol.Laryngol.Suppl*. 1999; 177: p.64-68.
- 32) Kortmann T, Morsnowski A, Müller-Deille J. Measurement of electrically evoked stapedial reflexes with variable stimulation rate. *Cochlear Collaborative Research Report*. 2005.
- 33) Brown CJ, Hughes ML, Luk B, Abbas PJ, Wolaver A, Gervais J. The Relationship Between EAP and EABR Thresholds and Levels Used to Program the Nucleus 24 Speech Processor: Data from Adults. *Ear & Hearing*. 2000; 21: p.151-163.
- 34) Shallop JK, Facer GW, Peterson A. Neural Response Telemetry with the Nucleus CI24M Cochlear implant. *Laryngoscope*. 1999; 109: p.1755- 1759.
- 35) Hughes ML, Brown CJ, Abbas PJ, Wolaver AA, Gervais JP. Comparison of EAP thresholds with MAP levels in the Nucleus 24 cochlear implant: data from children. *Ear and Hearing*. 2000; 21(2): p.164- 174.

- 36) Cochlear Corporation. Clinical applications of Nucleus NRT (Neural Response Telemetry). Australia: Cochlear Corporation. Ref Type: Pamphlet; 2001
- 37) Stephan K, Welzl- Muller K, Stiglbrunner H. Stapedius reflex Threshold in Cochlear implant patients. *Audiology*. 1988; 27: p.227- 233.
- 38) Hodges AV, Balkany TJ, Ruth RA, Lambert PR, Dolan-Ash M. Electrical middle ear muscle reflex: use in Cochlear implant programming. *Otolaryngology- Head and Neck Surgery*. 1997; 117: p.255- 261.
- 39) Bresnihan M, Norman G, Scott F, Viani L. Measurement of comfort levels by means of electrical stapedial reflex in children. *Archives of Otolaryngology- Head and Neck Surgery*. 2001; 127: p.963-6.
- 40) Shallop JK, Ash KR. Relationships among comfort levels determined by Cochlear implant patient's self programming and electrical stapedius reflex thresholds. *The Annals of Otology, Rhinology and Laryngology Supplement*. 1995; 166: p.175-6.
- 41) Hodges A, Butts S, King J. Electrically elicited stapedius muscle reflexes: Utility in Cochlear implant patients. In: Cullington, HE editor. *Cochlear implants: Objective Measures*. London: Whurr; 2003. p. 81-95.
- 42) Dees CD, Dillier N, Lai WK, Wallenberg EV, Dijk BV, Akdas F, et al. Normative findings of electrically compound action potential measurements using the Neural Response Telemetry of the

Nucleus CI24M Cochlear implant system. *Audiol Neurotol.* 2005; 10: p.105-116.

- 43) Polak M, Hodges A, Balkany T. ECAP, ESR and subjective levels for two different Nucleus 24 electrode arrays. *Otology& Neurotology* 2005; 26: p.639- 645
- 44) Potts GL, Skinner WM, Gotter DB, Strube MJ, Brenner CA. Relation between Neural Response Telemetry thresholds, T and C levels and loudness judgments in 12 adult Nucleus 24 cochlear implant recipients. *Ear& Hearing.* 2007; 28(4): p.495- 511
- 45) Smoorenburg G. Thresholds of electrically evoked compound action potentials; relation to T and C levels. Smoorenburg G. editor. *Cochlear Implant Ear Marks.* Utrecht: University Medical Centre Utrecht; 2006. p.55- 68.
- 46) Polak M, Hodges A, King JE, Payne SL, Balkany T. Objective methods in postlingually and prelingually deafened adults for programming cochlear implants: ESR and NRT. *Cochlear Implants Int.* 2006; 7(3): p.125- 141.
- 47) Gordon K, Papsin BC, Harrison RV. Programming cochlear implant stimulation levels in infants and children with a combination of objective measures. *International Journal of Audiology.* 2004; 43: p.28- 32.

EKLER

EK- 1

Hasta Bilgi Formu

Hastanın Adı Soyadı:	
Denek No:	
Uygulama Tarihi:	
Doğum Tarihi:	
Takvim Yaşı:	
Cinsiyeti:	
Ameliyat Tarihi:	
Ameliyat olma Yaşı:	
İmplant Kullanma Yaşı:	
Ameliyat Olduğu Hastane:	
Etiyoloji:	
Konuşma ve Dil Gelişimi:	
Karşı kulakta işitme cihazı kullanıyor mu?	
Adres:	
Tel:	
e.mail:	

EK- 2

Hasta Değerlendirme Formu

Adı Soyadı:

Denek No:

Cinsiyeti:

Kullanma Yaşı:

Doğum Tarihi:

İmplantlı Kulak: Sağ () Sol ()

Uygulama Tarihi:

Uygulayıcı:

İmplant

İmplant Modeli:

Etyoloji:

İmpedans:

KBB Notu:

Timpanometrik İnceleme:

Kulak	Timp.	S. Komp.	Basınç Alanı	DKY Volümü

Davranışsal İnceleme:

Parametreler	T-22	T-20	T-10	T-5
25 PW 900 Rate				
50 PW 900 Rate				

Elektrofizyolojik İnceleme:

NRT TESTİ

Parametreler	22	20	10	5
25 PW 50 Rate				
25 PW 80 Rate				
25 PW 250 Rate				
50 PW 50 Rate				
50 PW 80 Rate				
50 PW 250 Rate				

eSR TESTİ

Parametreler	22	20	10	5
25 PW 900 Rate				
50 PW 900 Rate				

EK- 3

GAZİ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ İLAÇ DIŞI ÇALIŞMALAR İÇİN BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

“Koklear İmplantlı Hastalarda Elektrik Stapes Refleks Testi ve NRT Testinin T Seviyesi Açısından Standardizasyonu” isimli bir çalışmada yer almak üzere davet edilmiş bulunmaktasınız. Bu çalışma, araştırma amaçlı olarak yapılmaktadır. Çalışmaya katılma konusunda karar vermeden önce araştırmanın neden ve nasıl yapıldığını, sizinle ilgili bilgilerin nasıl kullanılacağını, çalışmanın neler içerdiğini, olası yararlarını, risklerini ve rahatsızlıklarını bilmeniz önemlidir. Lütfen aşağıdaki bilgileri dikkatlice okumak için zaman ayırın ve bu bilgileri ailenizle ve/veya doktorunuzla tartışın. Çalışma hakkında tam olarak bilgi sahibi olduktan sonra ve sorularınız cevaplandıktan sonra eğer katılmak isterseniz sizden bu formu imzalamanız istenecektir.

Çalışmanın amaçları ve dayanağı nelerdir, benden başka kaç kişi bu çalışmaya katılacak?

Bu araştırmanın amacı Koklear İmplant (Nucleus) 3 implant modelinde parametreleri değiştirilen Nöral Cevap Telemetrisi (NRT) ve Elektrik Stapes Refleksi (ESR) testinde elde edilen eşik değerleriyle (t-NRT, ESRe) en az duyma seviyesi (T-Seviyesi) arasındaki ilişkiyi incelemektir. Araştırmaya toplam 45 koklear implant kullanıcısı katılacaktır.

Bu çalışmaya katılmalı mıyım?

Bu çalışmada yer alıp almamak tamamen size bağlıdır. Eğer katılmaya karar vererseniz bu yazılı bilgilendirilmiş olur formu imzalanmak için size verilecektir. Şu anda bu formu imzalarsanız bile istediğiniz herhangi bir zamanda bir neden göstermeksizin çalışmayı bırakmakta özgürsünüz. Eğer katılmak istemez iseniz veya çalışmadan ayrılırsanız, doktorunuz tarafından sizin için en uygun tedavi planı uygulanacaktır. Aynı şekilde çalışmayı yürüten doktor çalışmaya devam etmenizin sizin için yararlı olmayacağına karar verebilir ve sizi çalışma dışı bırakabilir, bu durumda da sizin için en uygun tedavi seçilecektir.

Bana önerilen araştırma yöntemi dışında başka alternatif yöntemler var mı?

Kullanılan araştırma yöntemi dışında başka alternatif yöntemler bulunmamaktadır.

Bu çalışmaya katılırsam beni neler bekliyor?

Çalışmada sizinle dört test yapılacaktır. Testlere başlamadan önce kulak burun boğaz muayenesi yapılacaktır. En az duyma seviyesinin belirleneceği davranışsal testte sizden her duyduğunuzda bunu belirtmeniz istenecektir. NRT

testinde yüksek şiddetteki uyarana beyninizin verdiği yanıtlar bilgisayar aracılığıyla kaydedilecektir. Bu test için katlanabileceğiniz en yüksek ses seviyesinden başlanacaktır. Daha sonra ses seviyesi düşecektir. Timpanometri testinde koklear implantınızı kullanmadığınız kulağınızın orta kulak fonksiyonu test edilecektir. Bu testte kulağınızda hava hissedeceksiniz. Elektrik Stapes Refleks testinde bilgisayar aracılığıyla uyarın verilecek, akustik immitansmetre aracılığıyla kayıt elde edilecektir. Uyarın seviyesi rahat duyduğunuz seviyeden başlayarak refleks kaydı alana kadar yükseltilecektir. Yükseltilecek sesin rahatsız etmesi durumunda test sonlandırılacaktır. Araştırmanın toplam süresi 1 saat 35 dakika olarak hesaplanmıştır.

Çalışmanın riskleri ve rahatsızlıkları nelerdir, göreceğim olası bir zarar durumunda ne yapılacaktır?

Çalışma cihazınız ve sağlığınız açısından risk taşımamaktadır. NRT testi ve Elektrik Stapes Sesten rahatsız olmanız durumunda test sonlandırılacaktır. Araştırmanın sizin için fiziksel bir zararı olmayacaktır. Muhtemel zarar durumunda siz veya yakınınız bilgi için araştırmacı Atılım Atılğan'a başvurabilirsiniz.

Çalışmada yer almamanın yararları nelerdir ?

Koklear implant programlama bebeklerde ve küçük çocuklarda davranışsal yöntemlerle yapılamamaktadır. Çalışmada kullanılan testler hastanın ihtiyacı olan işitme seviyesi hakkında uzmana fikir vermektedir. Testlere vereceğiniz yanıtlarla hastaların cihaz programlarının doğru yapılmasına katkıda bulunacaksınız.

Bu çalışmaya katılmamanın maliyeti nedir ?

Çalışmaya katılmakla parasal yük altına girmeyeceksiniz ve size de herhangi bir ödeme yapılmayacaktır.

Kişisel bilgilerim nasıl kullanılacaktır?

Çalışma doktorunuz kişisel bilgilerinizi, araştırmayı ve istatistiksel analizleri yürütmek için kullanacaktır ancak kimlik bilgileriniz çalışma boyunca hekiminiz tarafından gizli tutulacaktır. Çalışmanın sonunda, bu bilgiler hakkında bilgi istemeye hakkınız vardır. Çalışma sonuçları çalışma bitiminde tıbbi literatürde yayınlanabilecektir ancak kimliğiniz açıklanmayacaktır.

Daha fazla bilgi, yardım ve iletişim için kime başvurabilirim?

Çalışma ile ilgili bir sorunuz olduğunda ya da çalışma ile ilgili ek bilgiye gereksiniminiz olduğunuzda aşağıdaki kişi ile lütfen iletişime geçiniz.

ADI	: Atılım ATILGAN
GÖREVİ	: Araştırmacı
TELEFON	: 0312 433 41 78, 0533 502 46 12

(Katılımcının/Hastanın Beyanı)

GÜTF KBB Anabilim dalı, Odyoloji Bölümü Yüksek Lisans Öğrencisi Atılım Atılın tarafından tıbbi bir araştırma yapılacağı belirtilerek bu araştırma ile ilgili yukarıdaki bilgiler bana aktarıldı ve ilgili metni okudum. Bu bilgilerden sonra böyle bir araştırmaya “katılımcı” olarak davet edildim.

Araştırmaya katılmam konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim. Eğer katılmayı reddedersem, bu durumun tıbbi bakımına ve hekim ile olan ilişkiye herhangi bir zarar getirmeyeceğini de biliyorum. Projenin yürütülmesi sırasında herhangi bir neden göstermeden araştırmadan çekilebilirim. *(Ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğimi önceden bildirmemim uygun olacağının bilincindeyim)*. Ayrıca tıbbi durumuma herhangi bir zarar verilmemesi koşuluyla araştırmacı tarafından araştırma dışı da tutulabilirim.

Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana da bir ödeme yapılmayacaktır.

İster doğrudan, ister dolaylı olsun araştırma uygulamasından kaynaklanan nedenlerle meydana gelebilecek herhangi bir sağlık sorunumun ortaya çıkması halinde, her türlü tıbbi müdahalenin sağlanacağı konusunda gerekli güvence verildi. (Bu tıbbi müdahalelerle ilgili olarak da parasal bir yük altına girmeyeceğim).

Araştırma sırasında bir sağlık sorunu ile karşılaştığımda; herhangi bir saatte, Dr. Yıldırım Beyazıt’ı, 05325488717, 03122026428 arayabileceğimi biliyorum. Adres: Gazi Üniversitesi Hastanesi 14.Kat KBB Anabilim dalı Beşevler, Ankara

Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Bu koşullarla söz konusu klinik araştırmaya kendi rızamla, hiç bir baskı ve zorlama olmaksızın, gönüllülük içerisinde katılmayı kabul ediyorum.

İmzalı bu form kâğıdının bir kopyası bana verilecektir.

Katılımcı

Adı, soyadı:

Adres:

Tel:

İmza:

Tarih:

Görüşme tanığı

Adı, soyadı:

Adres:

Tel:
İmza:
Tarih:

Katılımcı ile görüşen hekim

Adı soyadı, unvanı:

Adres:

Tel:

İmza:

Tarih:

EK- 4:



T.C
GAZİ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ YEREL ETİK KURULU
RESEARCH ETHICS COMMITTEE OF MEDICAL FACULTY, GAZİ UNIVERSTY
ANKARA-TÜRKİYE
ARAŞTIRMA BAŞVURUSU ONAYI
İLAÇ DIŞI KLİNİK ÇALIŞMALAR

BAŞVURU BİLGİLERİ	PROTOKOL ADI	"Koklear İmplantlı Hastalarda Elektrik Stapes Refleks Testi ve NRT Testinin T Seviyesi Açısından Standardizasyonu"				
	SORUMLU ARAŞTIRICI UNVANI, / ADI	Prof.Dr.Yıldırım Ahmet Beyazıt				
DEĞERLENDİRİLEN İLGİLİ BELGELER	Belge Adı	Tarihi / değişiklik No.su		Dili Türkçe		
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ					
KARAR BİLGİLERİ	Karar No: 418	Tarih : 17 Aralık 2007				
	Üniversitemiz Tıp Fakültesinde yapılması tasarlanan ve yukarıdaki künyede kayıtlı araştırma projesine ait dosya incelenmiş, araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemler yönünden uygun olduğuna karar verilmiştir.					
ETİK KURUL BİLGİLERİ						
ÇALIŞMA ESASI	İyi KLİNİK UYGULAMALAR KILAVUZU, HELSİNKİ BELGESİ, BİYOETİK SÖZLEŞMESİ					
ÜYELER						
Unvanı / Adı / Soyadı Ek Üyeliği	Uzmanlık Dalı	Kurumu	Cinsiyeti	İlişki (*)	Katılım (**)	İmza
Prof.Dr.Türkiz GÜRSEL BAŞKAN	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Hematoloji	G.Ü.T.F Çocuk Sağ.ve Hast.A.D.	K	E x H	xx H	
Prof.Dr.Leyla MEMİŞ ÜYE	Patoloji	G.Ü.T.F Patoloji A.D.	K	E x H	xx H	
Prof.Dr.Ceyda KARADENİZ ÜYE	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Onkoloji	G.Ü.T.F Çocuk Sağ.ve Hast.A.D.	K	E x H	X H	Katılmadı
Prof. Dr.Aysel ARICIOĞLU ÜYE	Tıbbi Biyokimya	G.Ü.T.F Tıbbi Biyokimya A.D.	K	E x H	xx H	
Prof.Dr.Ayla GÜLEKON ÜYE	Dermatoloji	G.Ü.T.F Dermatoloji A.D.	K	E x H	xx H	
Prof.Dr.Fatma AKAR ÜYE	Ecz.Fak. Farmakoloji	G.Ü.E.F Ecz.Fak. Farmakoloji	K	E x H	X H	Katılmadı
Prof.Dr.Candan TUNCER ÜYE	Gastroenteroloji	G.Ü.T.F İç Hast. A.D.	K	E x H	xx H	
Prof.Dr.Reha KURUOĞLU ÜYE	Nöroloji	G.Ü.T.F Nöroloji A.D.	E	E x H	X H	Katılmadı
Prof.Dr.E.Ferda PERÇİN ÜYE	Tıbbi Genetik	G.Ü.T.F Tıbbi Genetik A.D.	K	E x H	xx H	
Doç.Dr.Canan ULUOĞLU ÜYE	Tıbbi Farmakoloji	G.Ü.T.F Tıbbi Farmakoloji A.D.	K	E x H	xx H	
Doç.Dr.Nesrin ÇOBANOĞLU ÜYE	Tıp Etiği ve Tıp Tarihi	G.Ü.T.F Tıp Etiği ve Tıp tarihi A.D.	K	E x H	X H	Katılmadı
Doç.Dr.Kenan HİZEL ÜYE	Enfeksiyon	G.Ü.T.F Enfeksiyon Hast. A.D.	E	E x H	xx H	
Yrd.Doç.Dr.Birol DEMİREL ÜYE	Adli Tıp	G.Ü.T.F Adli Tıp A.D.	E	E x H	xx H	
Hukuk Müşaviri Adem GELİR ÜYE	Hukuk Müşaviri	G.Ü.Rektörlük Hukuk Müşavirliği	E	E x H	xx H	

* Araştırma İle İlişki
 ** Toplantıda Bulunma

Atılım ATILGAN

TEL: +90 505 385 58 17

e-mail: atilimatilgan@gmail.com

Eğitim:

2005- 2008 Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi K.B.B. Anabilim Dalı
Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Bilim Dalı Yüksek Lisans Programı

2003- 2004 Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi K.B.B. Anabilim Dalı
Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Bilim Dalı (Özel Öğrenci)

1997- 2002 Mersin Üniversitesi Fen- Edebiyat Fakültesi
Psikoloji Bölümü

1991- 1994 Karşıyaka Lisesi
İzmir

1988- 1991 Karşıyaka Lisesi (ortaokul)
İzmir

Çalıştığı Kurumlar:

(2001- 2002) Işık Otistik Çocuklar Eğitim Merkezi
İzmir

(2002- 2004) Özel Gizem İşitme Engelliler ve Konuşma Bozuklukları

Eğitim ve Rehabilitasyon Merkezi
Gaziantep

(2005- 2006) Özel Başkent İşitme Engelliler ve Konuşma Bozuklukları
Eğitim ve Rehabilitasyon Merkezi
Ankara

(2006-) Duysel Odyolojik Tanı Merkezi
Ankara

Yabancı Dil:

İngilizce

Seminer Ve Kurslar:

- Otizm ve Yaygın Gelişimsel Bozukluklar- Doç. Dr. Melda AKÇALIN; Mersin Üniversitesi Psikoloji Topluluğu Çalışma Grupları; Haziran 2000
- Otistik Çocuklar için TEACCH ve HANEN Uygulamaları- Psikolog Dr. Alev Girli, Uzman Psikolog Selin ATASOY (Hizmetiçi Eğitim) Işık Otistik Çocuklar Eğitim Merkezi/ İzmir 2001
- Artikölasyon- Fonolojik Bozuklukları Değerlendirme Çalıştayı
Türkçe Sesletim- Sesbilgisi Testi (SST) Uygulamaları
Anadolu Üniversitesi/ Eskişehir Mayıs 2004
- Hacettepe Üniversitesi Eğitim Günleri Semineri Dijital İşitme Cihazları ve Programlama İnkumu/ Bartın 2006

Bilimsel Yayınlar:

Atılım Atılğan¹, Bülent Gündüz¹, İsmet Bayramoğlu², Yusuf K Kemaloğlu², Mehmet Akşit (2007): Olgu Sunumu: Vestibüler "İnsertion"da NRT kaydı: 29. Ulusal Otorinolarengoloji Baş Boyun Cerrahisi Kongresi, ANTALYA

İsmet Bayramoğlu, Yıldırım Bayazıt, Nuray Ensari, Nebil Göksu, Atılım Atılğan, Kemal Uygur, İlker Akyıldız, Yusuf K Kemaloğlu, Bülent Gündüz, Şenay Altınyay, Çağır Sarıdoğan, Suat Özbilen, Selda Gökmen (2007) KOKLEAR İMPLANTASYON SONUÇLARIMIZ: 29. Ulusal Otorinolarengoloji Baş Boyun Cerrahisi Kongresi, ANTALYA

NÜFUS BİLGİLERİ:

Doğum Tarihi/Yeri: 07. 04. 1977 İzmir
Medeni Hali : Bekar